

**DRÁUZIO CORREIA GAMA**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa e  
L. P. Queiroz (FABACEAE), EM UM FRAGMENTO DE CAATINGA,  
NO MUNICÍPIO DE RIBEIRA DO POMBAL, BAHIA**

**SÃO CRISTÓVÃO – SE  
Setembro/2017**

**Dráuzio Correia Gama**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa e  
L. P. Queiroz (FABACEAE) EM UM FRAGMENTO DE CAATINGA,  
NO MUNICÍPIO DE RIBEIRA DO POMBAL, BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Ciências Florestais, Universidade Federal  
de Sergipe, como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Florestal.

**SÃO CRISTÓVÃO – SE  
Setembro/2017**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS APLICADAS - CCAA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS - DCF

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa e  
L. P. Queiroz (FABACEAE), EM UM FRAGMENTO DE CAATINGA,  
NO MUNICÍPIO DE RIBEIRA DO POMBAL - BAHIA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Departamento de  
Ciências Florestais, Universidade Federal  
de Sergipe, como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Florestal.

APROVADO:

ORIENTADO: Dráuzio Correia Gama

---

Prof. Dr. Robério Anastácio Ferreira  
(Orientador)

---

Prof. Dr. João Basílio Mesquita  
(Avaliador)

---

Prof. Dr. Milton Marques Fernandes  
(Avaliador)

*“A floresta não é somente um  
maravilhoso espetáculo; é ainda  
perpétuo ensinamento.”*

**Léon Denis**

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	ii
RESUMO.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	2
2.1 Ribeira do Pombal-BA .....	2
2.1.1 Geomorfologia e solo .....	2
2.1.2 Vegetação e flora.....	3
2.2 O gênero <i>Copaifera</i> L .....	5
2.2.1 Aspecto biológico e ecológicos de <i>Copaifera</i> L .....	5
2.2.2 Importância econômica de <i>Copaifera</i> L.....	6
2.3 <i>Copaifera arenicola</i> (Ducke) J. Costa e L. P. Queiroz .....	7
2.4 Parâmetros dendrométricos .....	9
2.5 Padrão de distribuição espacial.....	10
2.6 Processos de dispersão .....	12
2.7 Fatores que afetam a distribuição espacial .....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1 Caracterização e localização da área de estudo .....	14
3.2 Avaliações.....	16
3.3 Análise dos dados.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Estrutura horizontal e vertical.....	20
4.2 Padrão de distribuição espacial.....	23
4.3 Processos relacionados a distribuição espacial .....	25
5. CONCLUSÕES .....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Prancha de caracterização morfológica: ramo com inflorescência (A); flor (B); botão floral (C); estame, vista frontal (D); gineceu (E); (F) sépalas, face interna; sementes com arilo (G); fruto (H) de espécie *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa e L. P. Queiroz.....8
- Figura 2:** Indivíduo centenário com aproximadamente 20m de altura, em sua forma específica (A); disposição dos potões florais (B); inflorescência em panícula (C); frutos deiscentes contendo uma semente arilada (D) de espécie *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa e L. P. Queiroz em Ribeira do Pombal, Bahia.....9
- Figura 3:** Mapa de localização da área de estudo sobre o padrão de distribuição espacial de *Copaifera arenicola*, em fragmento de Caatinga no município de Ribeira do Pombal, Bahia ..... 15
- Figura 4:** Tipologia vegetacional arbórea (A) e arbustiva (B) no município de Ribeira do Pombal, Bahia.....16
- Figura 5:** Medições dendrométricas de circunferência à altura do peito (A, B, C e D); altura (E); prancheta de mão e GPS para georeferenciamento dos indivíduos (G); árvores plaqueteadas (F, H e I), em estudo sobre o padrão de distribuição espacial de *Copaifera arenicola*, em fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia. .... 19
- Figura 6:** Distribuição em altura por estratos (superior, médio e inferior) de uma população de *Copaifera arenicola*, em estudo sobre o padrão de distribuição espacial, em fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia. .... 21
- Figura 7:** Distribuição diamétrica, por centro de classes, de uma população de *Copaifera arenicola* em estudo sobre o padrão de distribuição espacial, em fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia ..... 21
- Figura 8:** Gráfico da Função *K* de Ripley em estudo sobre o padrão de distribuição espacial de uma população de *Copaifera arenicola*, em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia. .... 23
- Figura 9:** Mapa de distribuição espacial de uma população de *Copaifera arenicola*, em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia..... 24
- Figura 10:** Mapa da altimetria da área de estudo do padrão de distribuição espacial, em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia..... 27
- Figura 11:** Distribuição, por classe altimétrica, dos indivíduos de uma população de *Copaifera arenicola* em estudo sobre o padrão de distribuição espacial, em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia..... 28

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Coordenadas geográficas projetadas UTM e a altitude onde cada indivíduo de <i>Copaifra arenicola</i> encontra-se situado, em estudo sobre o padrão de distribuição espacial, em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia.....	40
--	----

## RESUMO

A fragmentação recorrente das florestas tropicais tem ameaçado a estrutura das comunidades vegetais remanescentes, comprometendo a sua abundância e a riqueza. No Bioma Caatinga, a utilização de tecnologias inadequadas praticadas pela agricultura tradicional e, também, atualmente, pela mecanizada, provocam uma redução da riqueza de espécies, a exemplo de *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa e L. P. Queiroz, fortemente suprimida para atender à demanda energética. *C. arenicola* é de ocorrência natural no Estado da Bahia com presença no município de Ribeira do Pombal. Pode atingir até 10 m de altura e ocorre em regiões de solos profundos e arenosos. Objetivou-se neste trabalho estudar o padrão de distribuição espacial da *C. arenicola* e possíveis fatores de influência relacionados a esta, em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, BA. O local de estudo compreende um fragmento de Caatinga arbóreo-arbustivo com área de 4,57ha, entre as coordenadas UTM X=548057 e Y=8799206; X=548224 e Y=8799399, com solo tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, arenoso e profundo e com precipitação média de 711mm/ano. Através de um inventário, realizado por meio de censo, foram medidos todos os indivíduos da área com circunferência à altura do peito (CAP)  $\geq 6$  cm, com auxílio de fita métrica e cuja medida foi realizada a 1,30m acima do nível do solo. De todos os indivíduos, obteve-se também a altura total, utilizando-se uma vara dendrométrica telescópica. Mapeou-se em coordenadas UTM a localização geográfica de todos os indivíduos com auxílio de um GPS (*Global Positioning System*) modelo Etrex 10 Garmin, sendo estes etiquetados para garantir que nenhum fosse medido mais de uma vez. Foram encontrados 409 indivíduos na área estudada, correspondendo à densidade absoluta de 89,49 ind./ha e 0,681 m<sup>2</sup>/ha de área-basal. Estruturalmente, 37,65% dos indivíduos concentraram-se no estrato vertical intermediário seguido pelo estrato superior (33,25%) e inferior (29,09%). Horizontalmente, 76,03% dos indivíduos concentraram-se nas duas menores classes diamétricas. Demonstra-se, possivelmente uma população em fase jovem de regeneração, uma vez que o número de indivíduos jovens eram maiores. O padrão de distribuição espacial observado para a espécie foi o arranjo uniforme.

Palavra chave: Inventário de vegetação; População arbórea; Regeneração natural; Copaíba; Dispersão.



## 1 INTRODUÇÃO

A descaracterização da paisagem natural, comum nos ambientes de clima tropical, seja de ordem estrutural, florística e dinâmica; seja por processos biogeoquímicos, tem sido recorrente no Brasil, especificamente em ambientes florestais, onde a forma de vida característica é a árvore (MARTINS, 2009; RODRIGUES, 2000).

Essa degradação, no Brasil, teve início através das intervenções nas áreas florestadas do Bioma Mata Atlântica por povos indígenas (DEAN, 2010) pela prática de derrubada ao cultivo agrícola itinerante e, intensificada pelos europeus na época da colonização com a exploração de madeiras nobres, como o pau-brasil, culminando com a implantação da cultura da cana-de-açúcar (FREYRE, 2004; BUENO, 2010).

A degradação seguiu a outros Biomas, onde na Caatinga, vastas áreas foram desnudadas à pastagens pela expansão da “cultura do couro”, iniciada a partir do curso do Rio São Francisco (MENEZES, 1970; LEAL *et al.*, 2008; GARIGLIO, *et al.*, 2010).

Também pela intervenção da pecuária bovina de forma extensiva (MENEZES, 1937), se deu a ocupação do município de Ribeira do Pombal, descaracterizando e fragmentando sua vegetação de Caatinga, podendo-se encontrar mais recentemente ainda algumas áreas preservadas (GAMA *et al.*, 2015).

O problema da fragmentação florestal é que esta compromete a estrutura horizontal e vertical, afetando a manutenção da abundância, da riqueza e o recrutamento de novos indivíduos e espécies componentes nos ecossistemas (ODUM, 2013; SOUZA e SOARES, 2013) e afetando a capacidade de resiliência e diversidade, tornando os remanescentes mais fragilizados, susceptíveis ao declínio (PRIMACK e RODRIGUES, 2001; COSTA *et al.*, 2011; ODUM, 2013; PINÃ-RODRIGUES *et al.*, 2015).

Desse modo, os processos ecológicos não ocorrendo em condições que possam garantir a manutenção da biodiversidade como um todo (WILSON, 2008; MARTINS, 2009), afetado pela estrutura prejudicada, compromete o equilíbrio dinâmico da floresta, relacionado à ocupação e à distribuição espacial das espécies (FELFILI e REZENDE, 2003; MARTINS, 2009).

Ainda nesse aspecto, estudos relacionados à distribuição espacial têm sido imprescindíveis na compreensão do comportamento de determinada espécie e seu

ambiente, em nível de ecologia da paisagem e formas de ocupação, por exemplo, (GUREVITCH *et al.*, 2009), facilitando a compreensão da influência na estrutura florestal, o entendimento de formas de colonização, dispersão de propágulos e formas de manejo de determinada espécie (MARTINS, 2009; GUREVITCH *et al.*, 2009).

Entende-se que a distribuição espacial das espécies é resultado da combinação de fatores bióticos e abióticos que imperam na dinâmica dos processos ecológicos (MARTINS, 2009; ODUM, 2013), sendo um conhecimento relevante a ser considerado, pois revela como os indivíduos se encontram organizados horizontalmente no ambiente, além de outros benefícios (ANJOS *et al.*, 2004; PEREIRA, 2005; SILVA *et al.*, 2008).

Na análise espacial, portanto, algumas técnicas combinadas com o uso de Sistemas de Informação Geográfica, têm sido empregadas a responder questões ecológicas básicas ao estudo da distribuição de árvores florestais, principalmente ao apoio para estratégias de conservação e práticas de manejo sustentável, por exemplo, em espécies de maior importância econômica (EBERT *et al.*, 2016).

A *Copaifera arenicola* é uma espécie arbórea que, exclusiva das regiões sedimentares da Bahia, como em Ribeira do Pombal, tem tido importância socioeconômica e ambiental para esse município e região, muito embora não exista nenhum estudo a seu respeito, principalmente quanto ao seu comportamento ecológico no entendimento da sua forma de distribuição espacial e quais fatores prováveis que pudessem influenciar a esse respeito. Tal conhecimento torna-se importante para contribuir em propostas de sua recuperação e manejo ou enriquecimento, que por ventura possam vir a ocorrer no município ou região.

Com isso, objetivou-se neste trabalho estudar o padrão de distribuição espacial de *C. arenicola* em um fragmento da Caatinga, no município de Ribeira do Pombal-BA.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Ribeira do Pombal-BA**

#### **2.1.1 Geomorfologia e solo**

O município de Ribeira do Pombal, Bahia inclui-se na ecorregião do Raso da Caatinga, de Domínio Fitogeográfico da Caatinga (VELLOSO *et al.*, 2002). Conforme

a divisão do relevo brasileiro proposta por Ross (1985), situa-se na Depressão Sertaneja em áreas geomorfológicas da bacia sedimentar do Tucano-Jatobá constituído pelo tipo de Rocha Sedimentar. Segundo Cardoso e Queiroz (2007), essa bacia se estende por quase todo o Nordeste do Estado da Bahia ao centro sul de Pernambuco.

Ribeira do Pombal é formado por tipos de solos variáveis, fortemente intemperizados distribuídos por sua extensão, sendo: Domínios do Latossolo Vermelho Amarelo, em aproximadamente 28%, na parte Oeste; Areias Quartzosas, em 33%, de ocupação ao Norte e ao Sudeste; Podzólico Vermelho Amarelo, em pouco mais de 28% distribuído ao Centro e ao extremo da região Nordeste. Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, pouco mais de 10%, distribuído ao extremo Norte e Nordeste e Planossolo ao Leste em menos de 1% do (EMBRAPA, 1973; EMBRAPA, 2006).

Embora os solos das caatingas sejam na grande maioria pouco profundos e de baixa permeabilidade (DUQUE, 1980), em Ribeira do Pombal os solos são predominantemente constituído por tipos arenosos, quartzosos, profundos, permeáveis, pouco férteis e distribuídos em relevo muito plano (VELLOSO *et al.*, 2002), além do Latossolo Vermelho Amarelo que também é encontrado em áreas de vegetação de floresta (densa, aberta ou mista com palmeiras) bem como em campo cerrado, em relevo que varia de plano a forte ondulado o qual é caracterizado por avançado estágio de intemperização, formados em grande parte pela fração areia-quartzosa e argila de baixa atividade e baixa capacidade de troca catiônica (CTC). Por ser Vermelho-Amarelo (LV), possui baixa presença do teor de ferro e valores da relação sílica/alumínio (valores de ki) consideráveis (EMBRAPA, 2006; CUNHA e GUERRA, 2003).

### **2.1.2 Vegetação e flora**

No Estado da Bahia, as caatingas estão distribuídas em quase toda a região nordeste e central (QUEIROZ *et al.*, 2005), onde no município de Ribeira do Pombal, localizado na meregião do nordeste da Bahia, incluso na ecoregião do Raso da Catarina, predomina uma vegetação típica de caatingas de solos de origem Sedimentar (VELLOSO *et al.*, 2002). Tendo as tipologias arbustivas abertas (31,82%), arbustiva densa (19,06%) e vegetação arbórea (4,03%), distribuídas entre e pelos fragmentos remanescentes (VELLOSO *et al.*, 2002; GAMA *et al.*, 2015).

A vegetação é típica de Semiárido, localizada na transição entre a bacia sedimentar do Tucano-Jatobá (solos arenosos) e o domínio da Depressão Sertaneja, que inclui as áreas do pediplano do sertão central da Bahia (solos derivados do embasamento cristalino) (CARDOSO e QUEIROZ, 2007).

Por outro lado, o ritmo de perda da vegetação primária da Caatinga alcança 2,7% ao ano, onde 80% da cobertura vegetal é secundária, com 40% mantida em estágio pioneiro da sucessão secundária, além da desertificação atingindo em torno de 15% do território nordestino sendo 1/3 da Caatinga (PIMENTEL e GUERRA, 2009; RIBEIRO, 2015). Conforme relatório do Ministério do Meio Ambiente, 45,6% dos desmatamentos do Nordeste estão na Caatinga, concentrados em maior número na Bahia, Ceará e Piauí (MMA, 2009; MMA, 2016), onde em Ribeira do Pombal, se estima um desmatamento progressivo de 1,5 km<sup>2</sup> em média a cada ano.

A flora do município pode ser compreendida através de dois únicos registros existentes e caráter específico: Almeida (2007), que estudando espécies vegetais visitadas por abelhas *Apis mellífera scutellata* [(Lepeletier, 1836): Apidae], encontrou 15 famílias botânica entre os estratos arbóreos, arbustivos e herbáceos com destaque para Fabaceae, representada por 28,3%, seguida por Malvaceae (15,2%), Euphorbiaceae (10,9%), Verbenaceae (8,7%) e Rubiaceae e Sapindaceae (6,5%). E Nascimento Junior *et al.* (2015), registrando a ocorrência de três gêneros de cactáceas: *Opuntia* spp. *Melocactus* spp. e *Cereus* spp.

Observa-se que o destaque da família botânica Fabaceae em Ribeira do Pombal, conforme Almeida (2007) corrobora com o que é encontrado na Caatinga, como sendo a família de maior riqueza florística que representa 293 espécies em 77 gêneros, das quais 144 espécies são endêmicas (QUEIROZ, 2006a), onde a maioria desse endemismo é encontrada nas áreas de solo de origem sedimentar, sendo este o ambiente mais rico em espécies do Semiárido (QUEIROZ, 2006b, 2009; MORO *et al.*, 2014).

Relacionando a influência da precipitação média de 711 mm/ano ao tipo de vegetação presente no município, é possível caracterizar, dentre seus limites de precipitação, como uma vegetação hipoxerófito, uma vez que para Bernardes (1999), são assim os sertões mais chuvosos, daqueles hiperxerófitos, onde é mais acentuada a aridez, além de que, alguns remanescentes de Caatinga em Ribeira do Pombal estão

mais propícios a apresentar em um porte florestal, podendo ser denominados de mata seca do sedimentar (ARAÚJO *et al.*, 2011).

## **2.2 O gênero *Copaifera* L.**

A família botânica Fabaceae na ordem das Fabales, classe Magnoliopsida, Divisão Magnoliophyta do Reino Plantae agrega as subfamílias Caesalpinioideae, Faboideae e Mimosoideae (APG IV, 2016), onde compreende 751 gêneros em 19.500 espécies conforme a catalogação por Christenhusz e Byng (2016).

Dentre os gêneros representativos, tem-se a *Copaifera* L., grupo de plantas pertencentes à subfamília Caesalpinioideae com distribuição cosmopolita, reunindo 75 espécies arbóreas distribuídas pela África, e em regiões tropicais e subtropicais da América do (VEIGA JUNIOR e PINTO, 2002).

As *Copaifera* L. são conhecidas popularmente de copaíbas, pautadas às espécies *C. langsdorfii* Desf, *C. reticulate* Ducke, *C. guianensi* Desf, *C. multijuga* Hayne e *C. officinalis* L. pelo destaque ao seu óleo-resina (VEIGA JUNIOR e PINTO, 2002). Segundo Cunha (1999), o termo copaíba originou-se do tupi “*kupa’iwa*” que quer dizer “planta que se extrai óleo”, daí serem chamadas também de pau-óleo. Rosa e Gomes (2009) através de relatos dos primeiros colonizadores atribuem ao “*cupa-yba*”, “a árvore de depósito” ou “que tem jazida”, em alusão ao óleo que guarda em seu interior.

No Brasil, registra-se a ocorrência de 26 espécies de *Copaifera* L. e oito variedades, sendo 15 endêmicas pelos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (COSTA, 2016; REFLORA, 2016).

### **2.2.1 Aspectos biológicos e ecológicos de *Copaifera* L.**

As espécies do gênero *Copaifera* L., apresentam-se em alguns aspectos morfológicos sem muitas diferenciações, como no caso das sementes serem ovóides e frutos do tipo legume deiscentes (COSTA, 2016), com algumas de maiores portes alcançando até 40m de altura (VEIGA JUNIOR e PINTO, 2002).

A fenologia da emissão foliar, floração e frutificação são pouco conhecidas para as espécies do gênero *Copaifera* L., onde na grande maioria tais conhecimentos estão concentrados na espécie *C. langsdorfii* com a floração ocorrendo entre os meses de

outubro e julho e a frutificação entre junho e outubro, dependendo da região e do clima, e em algumas regiões chega ocorrer a ausência de florescimento anual (CRESTANA e KAGEYAMA, 1989; NEWSTROM *et al.*, 1994; DIAS e OLIVEIRA-FILHO, 1996; VEIGA JUNIOR e PINTO, 2002; PEDRONI *et al.*, 2002).

Quanto à síndrome de polinização, algumas *Copaifera* L. são visitadas por abelhas *Trigona* sp. e *Apis mellifera*. E quando em frutificação, são visitadas, principalmente, por aves, as quais são as espécies consideradas de maior importância à dispersão de suas sementes, como o tucanuçu (*Ramphastos toco*, Vigors, 1825: Ramphastidae), a gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*, Temminck, 1823: Corvidae) e o sabiá (*Turdus* spp - Turdidae) (CARVALHO, 1994; VEIGA JUNIOR e PINTO, 2002).

No período noturno, as copaibas são ponto de encontro de diversos mamíferos, como os macacos mono-carvoeiros (*Cebus apella nigrinus* (Erxleben, 1777): Cebidae), utilizando-se da copa para descanso noturno e pequenos roedores que apreciam os frutos e são atraídos pelo cheiro de cumarina presente nas sementes maduras.

A biologia de sementes e frutos de *Copaifera* L foi estudada por diversos pesquisadores, em especial a *C. langsdorffii*, desde a morfologia e anatomia, passando pela sua conservação e maturação até a germinação (CARVALHO, 1994; VEIGA JUNIOR e PINTO, 2002).

### **2.2.2 Importância econômica de *Copaifera* L.**

Algumas espécies do gênero se apresentam com potenciais econômicos, principalmente a respeito do óleo-resina, utilizado na medicina popular e indústria farmacêutica, onde em 17 espécies já se tem estudos químicos, em sua maioria referente ao óleo-resina de *C. langsdorffii* (VEIGA JUNIOR e PINTO, 2002; GRAMOSA e SILVEIRA, 2005; LIMA NETO *et al.*, 2008; STUPP *et al.*, 2008; NISGOSKI *et al.*, 2012). Além disso são importantes pelo uso múltiplo da madeira, onde Paula e Alves (1997) recomendam a madeira das espécies de *C. coriaceae*, *C. duckei*, *C. langsdorffii*, *C. martii* e *C. multijuga* em construções civis, tacos, tábuas, esteios, mourões, estacas e, principalmente, para energia na produção de carvão ou como lenha, devido à boa qualidade tecnológica que essas madeiras apresentam. Também, Lorenzi (2008), citando a *C. langsdorffii*, assegura que existem várias espécies de *Copaifera* L. dotadas com as mesmas aplicações.

### **2.3 *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa e L. P. Queiroz**

A espécie arobórea *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa e L. P. Queiroz, também reconhecida pelo sinônimo de *Copaifera cearenses* var. *arenicola* Ducke, é uma planta de porte arbóreo, podendo atingir até 10m de altura habitável em substrato terrícola sendo endêmica do Nordeste brasileiro com exclusiva ocorrência confirmada nos Estados da Bahia, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte, no Domínio Fitogeográfico da Caatinga (COSTA, 2016).

Conforme Costa (2016), a *C. arenicola* é reconhecida botanicamente pelas seguintes descrições: tronco ereto (raramente divisível); folhas glabras, com número de partes de folíolo entre 2-3 pares; relação do tamanho proximal próximo ao tamanho do distal com forma laminar oval em ápice agudo, margem plana, pontuações presentes, indumentos glabros em ambas as faces e de consistência coriácea; inflorescência em panícula de tamanho até uma vez maior que a folha adjacente; flores contendo sépalas glabras somente externamente, ovário piloso somente parcialmente nas margens; fruto do tipo legume com 2-2,5 cm de comprimento em formato levemente falcado, contendo apenas uma semente por fruto; semente ovoide com arilo amarelo conforme podem ser vistas nas Figuras 1 e 2.

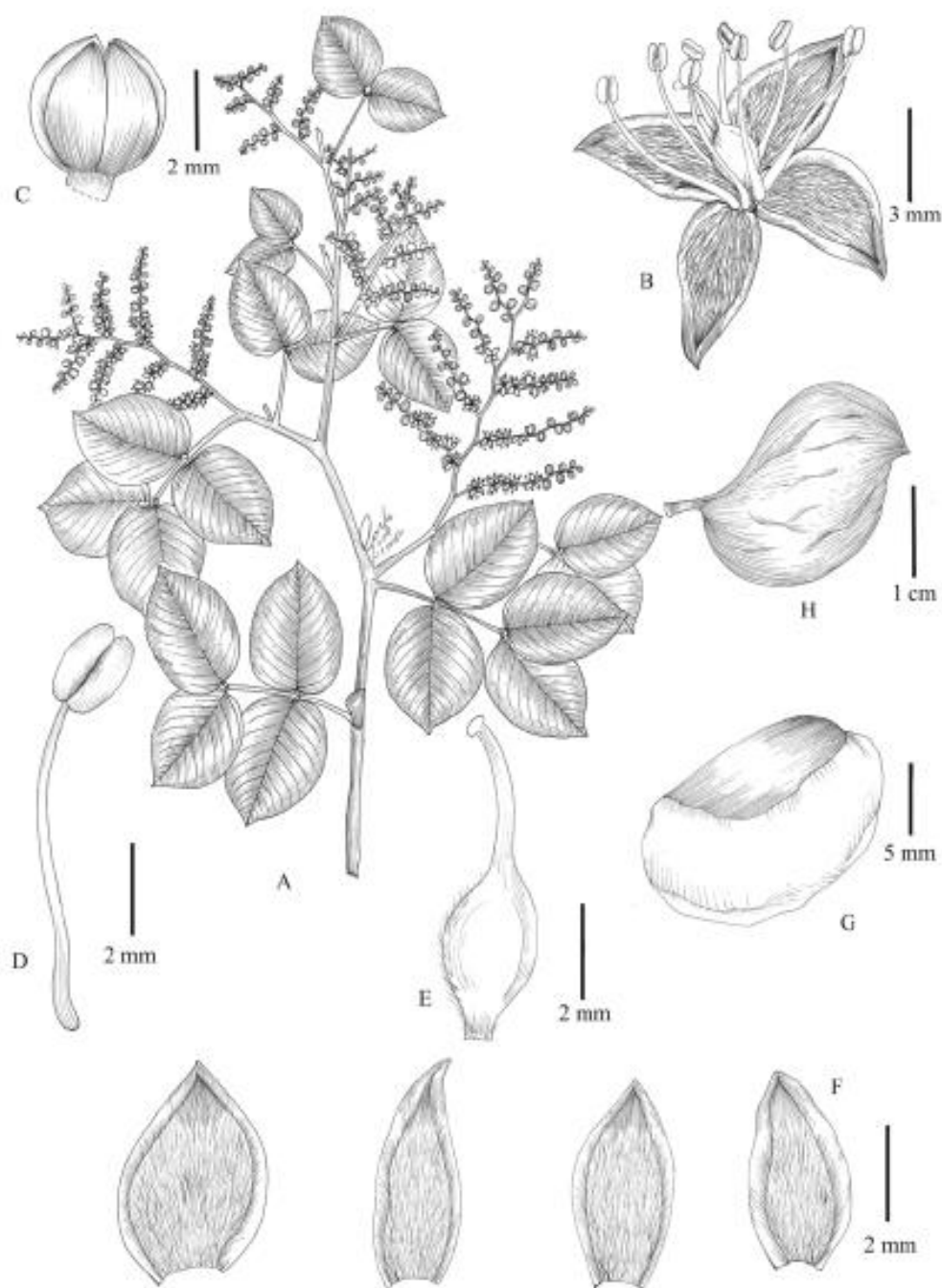


Figura 1: Prancha de caracterização morfológica: ramo com inflorescência (A); flor (B); botão floral (C); estame, vista frontal (D); gineceu (E); (F) sépalas, face interna; sementes com arilo (G); fruto (H) de espécie *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa e L. P. Queiroz.

Fonte: COSTA (2007).



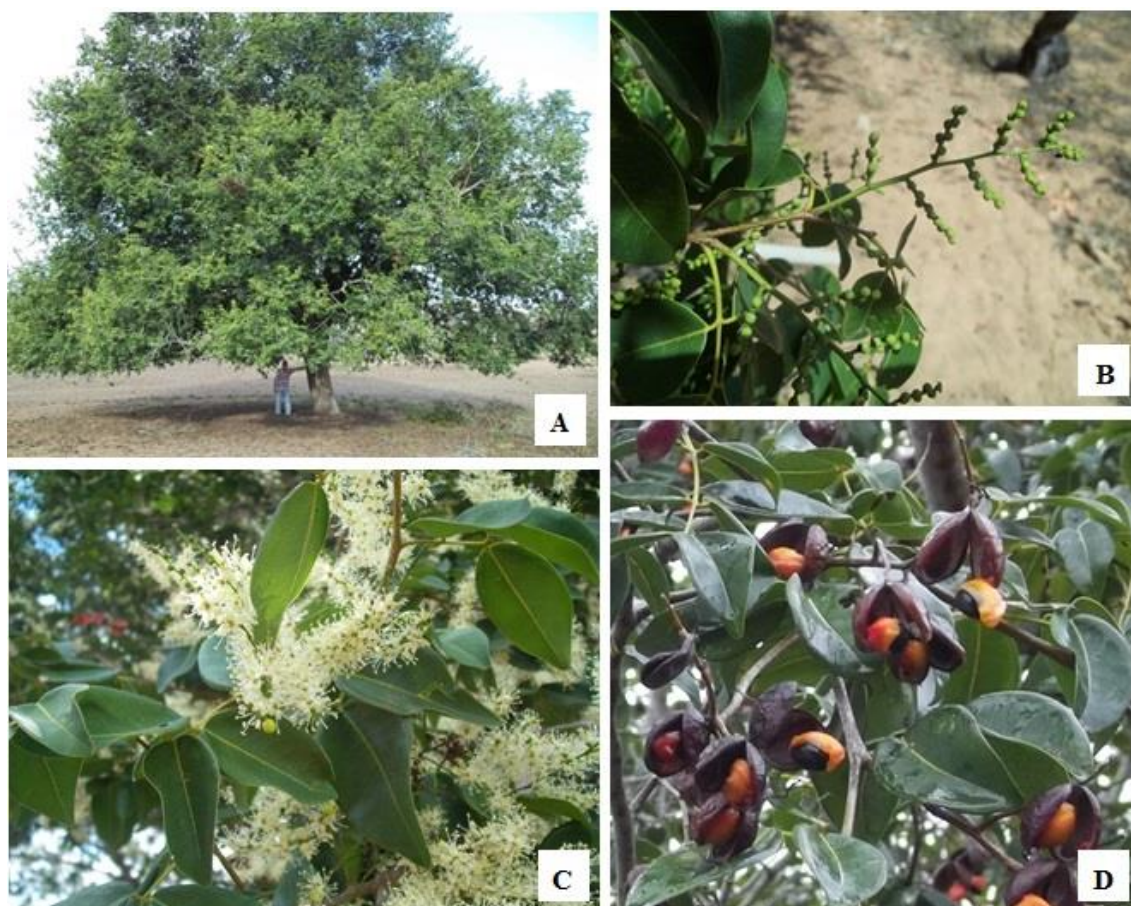


Figura 2: Árvore centenária com aproximadamente 20m de altura, em sua forma específica (A); disposição dos potões florais (B); inflorescência em panícula (C); frutos deiscentes contendo uma semente arilada (D) de espécie *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa e L. P. Queiroz em Ribeira do Pombal, Bahia.

Fonte: Arquivo pessoal.

*C. arenicola* apresenta floração nos meses de fevereiro, abril a junho e outubro e dezembro e a frutificação também ocorre nos meses de fevereiro a abril e agosto, outubro e dezembro, onde as abelhas, vespas e borboletas são os comuns polinizadores do gênero, com a dispersão ocorrendo principalmente por aves (COSTA, 2007), sendo a semideciduidade uma característica do gênero. Conforme Pedroni *et al.* (2002), a planta renova suas folhas em épocas de estresse hídrico, mas sem ficar completamente desfolhadas.

## 2.4 Parâmetros dendrométricos

O conhecimento sobre os recursos florestais dá-se através da medição ou estimação de atributos das árvores, por meio de instrumentos e métodos apropriados, além do levantamento das áreas sobre as quais as árvores estão crescendo (SOARES *et al.*, 2012; SOUZA e SOARES, 2013), com destaque à dendrometria como ramo da ciência

florestal que trata da medição de árvore, tanto do ponto de vista individual quanto coletivo (SOARES *et al.*, 2012). Esta auxilia na fundamentação de índices e parâmetros para compreensão da estrutura e da dinâmica de formações florestais (CHAVES *et al.*, 2013), bem como na compreensão, através das variáveis dendrométricas obtidas, o estado de conservação de uma população de espécies arbóreas em determinada área ou fragmento (SOUZA e SOARES, 2013; CHAVES *et al.*, 2013). Para Rodrigues e Gandolfi (1998), a análise dos parâmetros quantitativos de uma comunidade, permite ainda inferências da distribuição espacial de cada espécie.

Conforme Soares *et al.* (2012), das variáveis dendrométricas de interesse florestal, tem-se a altura total (h), considerando-se, o comprimento da árvore da base à altura máxima da copa. O diâmetro à altura do peito (DAP), medido no fuste à altura 1,30m do solo e a circunferência à altura do peito (CAP) medida no fuste a 1,30m do solo, onde as árvores com fustes bifurcados ou multifurcados, devem ser medidos e, em seguida, convertidos para um único DAP através do diâmetro quadrático, por esse apresentar melhores ajustes representativos, se comparado com a média aritmética (SOUZA e SOARES, 2013). Segundo Oliveira e Amaral (2004), a partir das variáveis altura e diâmetro, podem ser estimados alguns parâmetros como área seccional (g) correspondendo à área da seção transversal do fuste à altura de 1,30m do solo, bem como a densidade absoluta (DA) sendo o parâmetro que representa o número de árvores de uma determinada espécie por unidade de área (ind./ha) e a área-basal (AB), que expressa o espaço ocupado em m<sup>2</sup> pela espécie, obtida pela soma das áreas seccionais de cada indivíduo por espécie (SOARES *et al.*, 2012; SOUZA E SOARES, 2013).

Para avaliar a estrutura vertical do povoamento e posição sociológica de cada espécie na comunidade, Souza e Leite (1993) recomendam a divisão do povoamento em três estratos de altura total (hj), conforme a classificação da IUFRO - International Union of Forest Research Organizations proposta por Leibundgut em 1958, neste caso, estratifica-se a floresta com base na altura dominante (hdom) e a distribuição diamétrica através do método estatístico de Sturges (1926).

## **2.5 Padrão de distribuição espacial**

A distribuição espacial de indivíduos de uma espécie corresponde ao seu grau de ocupação em comportamento aleatório, agregado ou uniforme, importante como

indicador de como uma espécie usa recursos, de como é usado como recurso, na sua biologia reprodutiva e no sucesso do seu estabelecimento (CONDIT *et al.*, 2000), levando-se em consideração a combinação de vários fatores intrínsecos (reprodutivo e social) e extrínsecos à espécie (dispersão e ambiental) como dependente a sua determinação (MATTEUCCI e COLMA, 1982).

Para Matteucci e Colma (1982), padrão de distribuição espacial, é a descrição da quantidade da distribuição horizontal de indivíduos de uma espécie. Para Diggle (2003), corresponde ao desvio da aleatoriedade do arranjo espacial, tendendo a uniforme (regular) ou agrupado (agregado).

No arranjo aleatório, a posição de cada indivíduo independe dos outros e, ainda, com chance igual e independente de ocorrer em qualquer ponto da área considerada, diferentemente do agregado tendendo a ocorrer em grupo, com chance aumentada pela presença de outros. No uniforme, as plantas são mais igualmente espaçadas e a ocorrência de um indivíduo impede a de outro próximo (SOUZA e SILVA, 2006).

Diante o padrão estabelecido, deve-se avaliar qual a importância ecológica cada um tem no ambiente com base no pressuposto de entender, descrever e quantificar características espaciais e temporais com relação a processos como crescimento, competição, reprodução e mortalidade (PEREIRA *et al.*, 2006).

A forma de distribuição espacial pode ser analisada por diferentes métodos (distância ou parcelas) e fórmulas, mas com o mesmo parâmetro (CARVALHO, 1983), dentre os quais para os estudos com área contínua por inventário de prospecção (censo), tem sido mais indicado à estatística de segunda ordem através da Função  $K$  univariada de Ripley (RIPLEY, 1981). Essa função baseia-se em combinações de distância entre os indivíduos com a vantagem de não ser influenciada pelo tamanho da parcela nem pelo esquema de distribuição na área (DUNCAN, 1993; BROWER *et al.*, 1998), onde segundo Fortin e Dale (2005), é desejável, pois possibilita detectar o padrão em todas as escalas diferentes e possíveis, simultaneamente.

Assim, a função  $K(h)$  é uma função densidade de probabilidade (função univariada  $K$  de Ripley ou momento de segunda ordem reduzida), que considera a variância de todas as distâncias entre todos os eventos, onde a partir de um círculo de raio  $h$  centrado em cada indivíduo da área, contabiliza-se o número de indivíduos dentro de cada um

dos círculos. Após obtida a função, visualiza-se em um gráfico o intervalo entre as curvas verificando-se a independência espacial entre indivíduos (RIPLEY, 1981; MOEUR, 1993; ANJOS *et al.*, 1998). Para comparar a estimativa  $K(h)$  em que padrão aleatório, é plotada a função transformada  $L(h)$  em relação à escala (RIPLEY, 1981).

## 2.6 Processos de dispersão

A dispersão de propágulos vegetais, em especial sementes, é um processo essencial para o recrutamento de novas espécies ou indivíduos, onde levado para distâncias seguras a partir da planta-mãe, oferece maior probabilidade de sobrevivência à plântula por haver menor competição e predação se quando próximo à planta-mãe, processo esse que antecede à colonização de plantas (CORDEIRO E HOWE, 2003; FERNANDES, 2007; MARTINS, 2009; DEMINICIS *et al.*, 2009; PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015), sem o qual a progênie torna-se fadada à extinção impossibilitando a regeneração em novos locais (CHAPMAN e CHAPMAN, 1995).

Motivado pela problemática da fragmentação de habitats naturais, a dispersão passou a ter importância fundamental sobre a sobrevivência das espécies tanto vegetais, quanto animais, e garantia da manutenção do ambiente natural (FENNER, 1992; FERNANDES, 2007; GUREVITCH *et al.*, 2009). Para Deminicus *et al.* (2009), o processo de dispersão é complexo e envolve relações específicas entre plantas e agentes dispersores, onde várias características da semente ou, da planta inteira, podem contribuir na dispersabilidade de certos vetores, potencializando a dispersão de uma espécie relacionado a diferentes tipos e distâncias.

Jordano *et al.* (2006) estimam que nas florestas tropicais 50% a 90% de todas as árvores são distribuídas por processos zoocóricos, como a mirmecocoria (dispersão por formigas), ornitocoria (por pássaros) e mamaliocoria, por exemplo, que é a dispersão de sementes por mamíferos (DEMINICIS *et al.*, 2009).

Dos mamíferos, os macacos são importantes dispersores pelo hábito de ingerir grande número de sementes ao consumir os frutos deixando-os viáveis à germinação após eliminadas nas fezes, a exemplo do guigó (*Callicebus coimbrai* Kobayashi e Langguth, 1999) e do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia* Linnaeus, 1766) (LAPENTA, 2002; BAIÃO, 2013), embora alguns não apresentem efeito dispersivo por

consumirem os frutos no mesmo lugar deixando às sementes próximas a planta-mãe (FIGUEIREDO, 1993; LAPENTA, 2002; MCCONKEY, 2000; WILSON, 2008),

Por aves frugívoras, a dispersão de sementes é um dos mais consideráveis pela abundância e frequência com que elas se alimentam de frutos e sementes (FRANCISCO e GALETTI, 2002; FRANCISCO *et al.*, 2007), participando de forma imprescindível na regeneração de florestas ao carregarem sementes das matas a áreas impactadas ou degradadas, promovendo a reconstituição, recomposição e conservação de ecossistemas (BANCROFT *et al.*, 1995).

Por sua vez, a mirmecoria é o fenômeno da dispersão de sementes por formigas não especializadas, por haver um envolvimento diverso de formigas associadas às sementes (DEMINICIS *et al.*, 2009). Santo (2007) ressalta que as espécies que interagem com sementes diferem na morfologia, assim como as espécies de plantas mirmecóricas diferem no tamanho das suas sementes. Para Peternelli *et al.* (2004), sementes pequenas tendem a ser removidas por formigas pequenas e as grandes, por formigas grandes com fortes mandíbulas.

## **2.7 Fatores que afetam a distribuição espacial**

A distribuição geográfica de espécies vegetais tanto no tempo quando no espaço, está condicionada a fatores intrínsecos à espécie, como características morfológicas, fenológicas, fisiológicas, alelopáticas e genéticas, como fatores extrínsecos como clima (temperatura, fotoperíodo, disponibilidade de luz, nutrientes, umidade, etc), ambiente (tipos e qualidade nutricional de solos, estrutura geológica, relevo, dispersão, predação, etc) e barreiras geográficas naturais ou antrópicas (FERNANDES, 1997; WILSON, 2008; MARTINS, 2009; PIRES *et al.*, 2011; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; PINÃ-RODRIGUES *et al.*, 2015).

Em conjunto a esses fatores, a declividade da superfície do solo produz situações ambientais variáveis como um gradiente de umidade entre topo e base, tendendo as áreas elevadas serem mais secas e as partes baixas mais úmidas e o transporte de partículas de solo ao longo do perfil influenciando processos de ciclagem de nutrientes (LORETI e OESTERHELD, 1996; GANDOLFI, 2000), interferindo também na organização vertical do dossel por variações nos ângulos de penetração e distribuição de

luz no interior da floresta, elevação da copa de indivíduos menores e mais jovens de áreas superiores e variação no tempo de incidência de radiação (GANDOLFI, 2000).

Microambientes também por ser formados por ocorrência de variações microtopográficas, determinando a ocorrência de microorganismos, germinação, estabelecimento e mortalidade de plântulas (VIVIAN-SMITH, 1997), ocorrendo diversidade de microclimas por gradiente topográfico conforme o tipo de solo, regimes de umidade, formação geológica e altitude (BASNET, 1997).

Implicações provocadas por compostos químicos, conhecidos por efeitos alelopáticos, é outro fator que possa assegurar a dominância de determinada espécie na comunidade e à interação entre plantas, podendo esses compostos serem expressos por folhas caídas ao solo, frutos, sementes e pelas próprias raízes, a depender da dinâmica das espécies mediadas (SOUZA FILHO *et al.*, 2005), o que é comum em algumas *Copaifera* L. em competição com outras espécies (SOUZA FILHO *et al.*, 2010).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização e localização da área de estudo**

O estudo foi realizado de agosto de 2016 a fevereiro de 2017 em uma área de 4,57ha de mata seca sedimentar arbóreo-arbustivo, localizada entre as coordenadas UTM X=548057 e Y=8799206; X=548224 e Y=8799399, identificada por meio de uma cena adquirida do satélite Landsat-8 (USGS, 2017) (Figura 3), no município de Ribeira do Pombal, com extensão de 762,212 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010) e a uma altitude média de 185m, localiza-se na mesorregião Nordeste da Bahia.

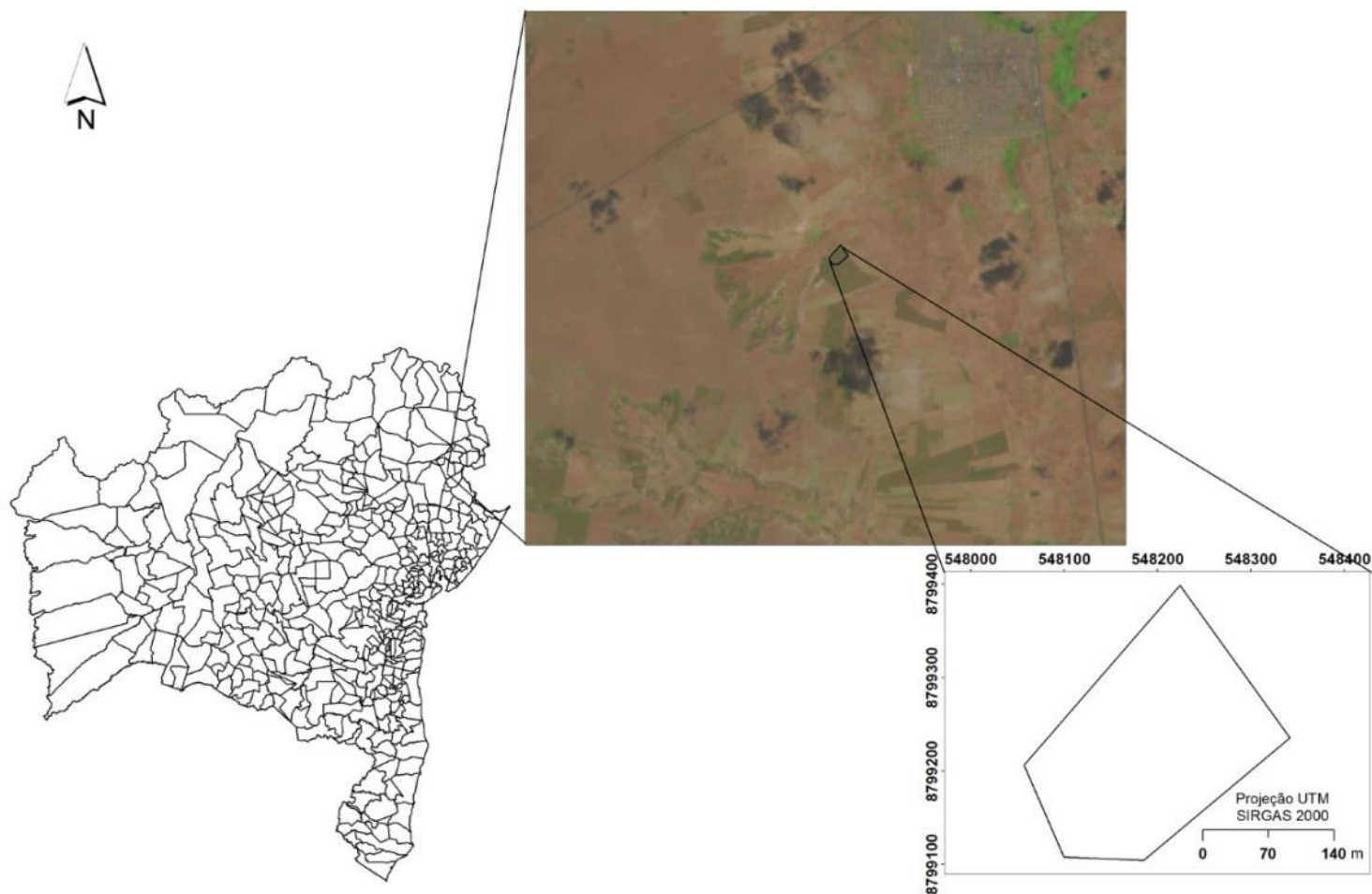


Figura 3: Mapa temático de localização da área de estudo sobre o padrão de distribuição espacial da espécie arbórea *Copaifera arenicola* em fragmento de Caatinga no município de Ribeira do Pombal, Bahia.



O município de Ribeira do Pombal possui clima semiárido, com média pluviométrica de 711 mm/ano, temperatura média de 24,2 °C/ano, com solos em sua maior extensão do tipo Latossolos Vermelho Amarelo, Areias Quartzosas e Podzólicos, sendo composta em sua maior parte por vegetação do tipo arbustiva arbórea, conforme a Figura 4 (VELLOSO, *et al.* 2002; EMBRAPA, 2006; CLIMATE-DATA, 2012).

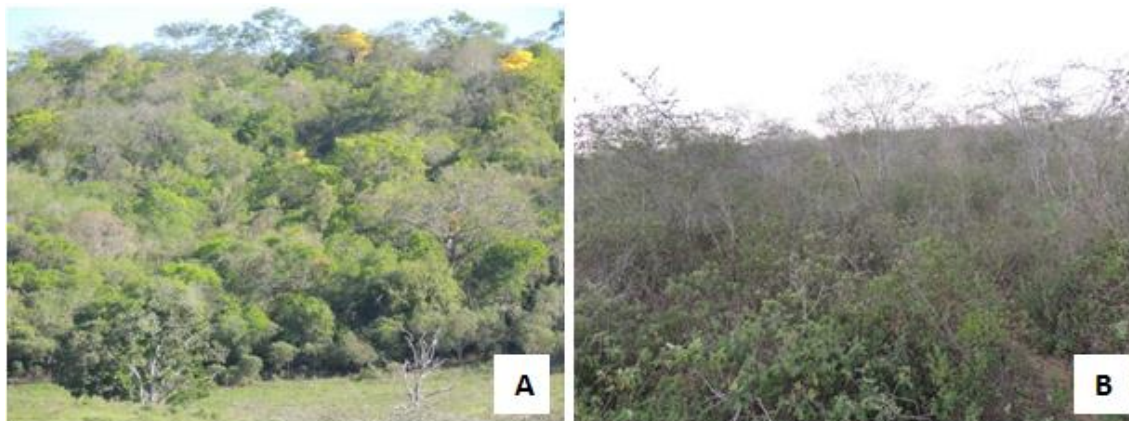


Figura 4: Tipologia vegetacional arbórea (A) e arbustiva (B) no município de Ribeira do Pombal, Bahia.

Fonte: arquivo pessoal (2015).

### 3.2 Avaliações

Realizou-se inventário de prospecção (censo) da área, considerando-se inclusos no censo todas as árvores com o CAP  $\geq$  (maior ou igual) a 6 cm, conforme protocolo de medições para a Caatinga (RMFC, 2005), com todas as árvores plaqueteadas, numericamente, com placas de alumínio pregadas no tronco das árvores para garantir que nenhuma delas fosse medido mais de uma vez.

Mediu-se a altura total das árvores, utilizando-se de vara dendrométrica telescópica e a circunferência dos fustes feitos à altura do peito (CAP), medido a 1,30m acima do nível do solo, com auxílio de fita métrica graduada em centímetro, conforme Soares et al. (2012).

Para a análise da distribuição espacial, realizou-se o mapeamento em coordenadas UTM da população dos indivíduos de *C. arenicola* na área com auxílio de aparelho GPS (*Global Positioning System*) modelo Etrex10 Garmim®.



Os indivíduos foram classificados por classes de altural através da estratificação dos mesmos em Estrato Inferior:  $h < 1/3 \cdot h_{dom}$ ; Estrato Médio:  $1/3 \cdot h_{dom} \leq h < h_{dom} \cdot 2/3$ ; Estrato Superior:  $h \geq h_{dom} \cdot 2/3$ . Em que:  $h$  = altura total e  $H_{dom}$  = altura dominante, conforme metodologia proposta por Lamprecht (1990), obtendo-se o Estrato Inferior com  $h < 2,6$ , Estrato Médio com  $2,6m \leq h < 5,3m$  e Superior com  $h > 5,3$ .

Em relação às classes diamétricas, os indivíduos foram distribuídos em oito centros de classes, a saber: 3,7cm (1,9 – 5,5cm), 8,7cm (5,5 – 11,8 cm), 13,7cm (11,81 – 15,16cm), 18,7cm (15,6 – 21,7cm), 23,7 (21,7 – 25,6cm), 28,7 (25,6 – 31,7cm), 33,7cm (31,7 – 35,7cm), 38,7cm (35,7 – 41,77cm), através do método de Sturges (1926).

Os indivíduos com mais de um fuste tiveram seus DAP's ajustados em um só por meio do diâmetro quadrático ( $Dq$ ) através da Equação 1, em que:  $Dq$ =diâmetro quadrático;  $DAP$ =diâmetro a altura do peito;  $n$  = número de indivíduos.

$$Dq = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n DAP^2}{n}} \quad (\text{Equação 01})$$

A área seccional, expressa em  $m^2$ , foi obtida do fuste de cada indivíduo através da Equação 2, em que:  $g$  = área seccional de indivíduo;  $DAP$  = diâmetro a altura do peito em cm.

$$g = \frac{\pi * DAP^2}{40000} \quad (\text{Equação 02})$$

A densidade absoluta ( $DA$ ) foi obtida utilizando-se a Equação 3, em que:  $DA$  = densidade absoluta da espécie em ind./ha;  $n$  = número total de indivíduos por espécies;  $A$  = área total em hectare.

$$DA = \frac{n}{A} \quad (\text{Equação 03})$$

E o parâmetro da área-basal ( $AB$ ) obtido por meio da Equação 4, em que:  $AB$  = área basal da espécie em  $m^2/ha$ ;  $g$  = área seccional de indivíduo em  $m^2$ ;  $A$  = área total em hectare.

$$AB = \frac{\sum_{i=1}^n g}{A} \quad (\text{Equação 04})$$

Para definição do arranjo espacial na distribuição dos indivíduos, utilizou-se a função  $K(h)$ , por meio da Equação 5, em que:  $K(h)$  é o número esperado de eventos;  $(h)$  é o raio do círculo centrado em cada evento;  $(R)$  a área da região em estudo;  $(n)$  o número de eventos observados;  $(I_h)(d_{ij})$  é uma função indicatriz ou função peso para correção da borda, cujo valor é 1 se  $(d_{ij}) \leq (h)$  e 0 em caso contrário;  $(w_{ij})$  é a proporção da circunferência do círculo centrado no evento  $(i)$  que está dentro da região  $(R)$ .

$$K(h) = \frac{R}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{I_h(d_{ij})}{w_{ij}} \quad (\text{Equação 05})$$

Para comparar a estimativa  $K(h)$  de como é o padrão, plotou-se a função transformada  $L(h)$  em relação à escala, empregado por meio da Equação 6, em que:  $L(h)$  é a função transformada em relação à escala;  $K(h)$  é o número esperado de eventos;  $(h)$  é o raio do círculo centrado em cada evento;  $\pi$  é a constante pi.

$$L(h) = \sqrt{\frac{K(h)}{\pi}} - h \quad (\text{Equação 06})$$

As avaliações realizadas das referidas medições de altura, circunferência à altura do peito, disposição do plaqueteamento nos indivíduos arbóres estudados e demais equipamentos utilizados podem ser observados na Figura 5A a 5D. A utilização de vara dendrométrica telecópica na medição de altura visto na imagem 5E e nas imagens 5F, 5H e 5I disposição das formas de plaqueteamento nos indivíduos avaliados. Como registro dos dados obtidos em campo, utilizou de prancheta de mão e um GPS empregado no georeferenciamento dos indivíduos avaliados, conforme imagem 5G.

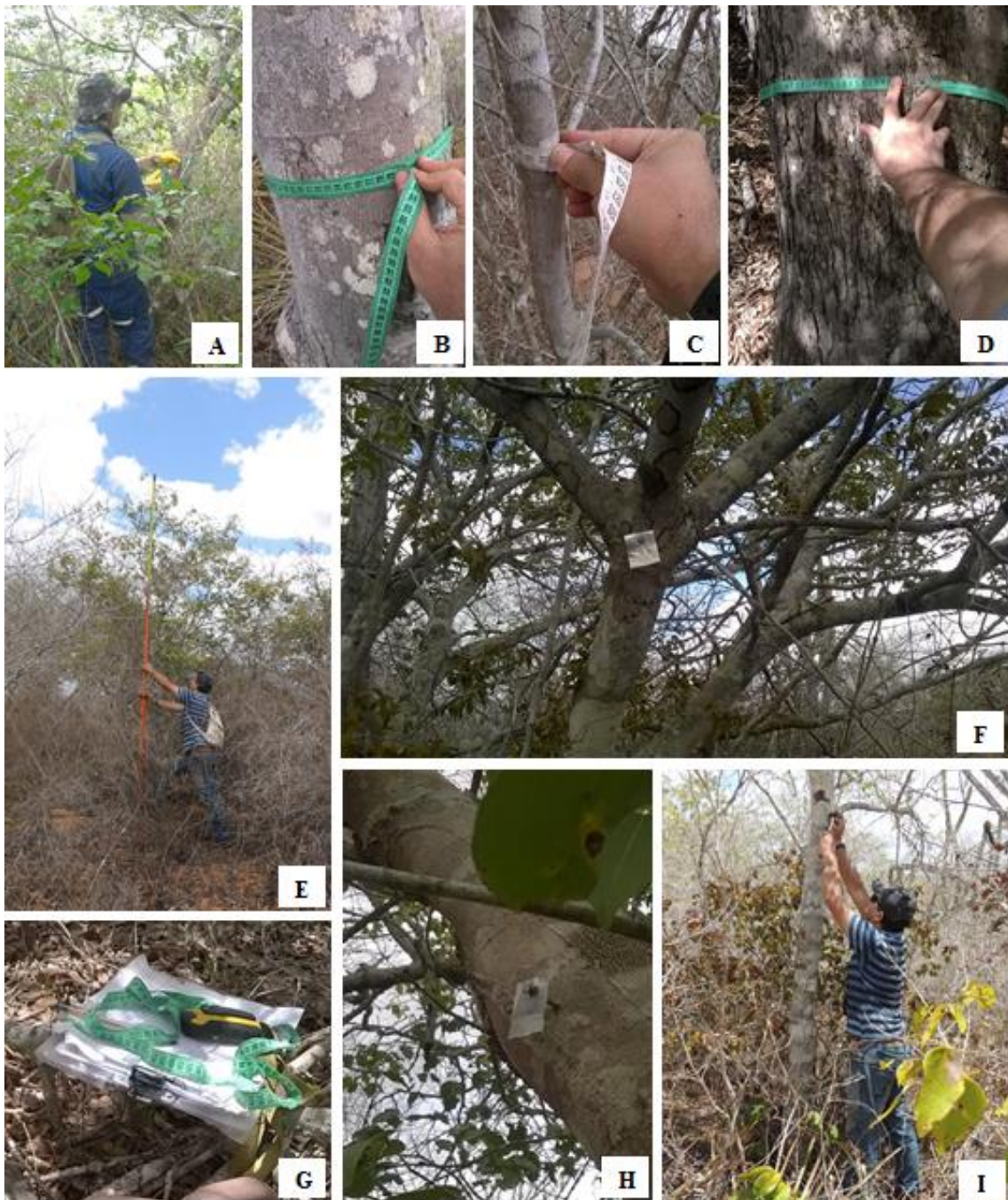


Figura 5: Medições dendrométricas de circunferência à altura do peito (A, B, C e D); altura (E); prancheta de mão e GPS para georeferenciamento dos indivíduos (G); árvores plaqueteadas (F, H e I), em estudo sobre o padrão de distribuição espacial da espécie arbórea *Copaifra arenicola*, em fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia.

### 3.3. Análise dos dados

Os parâmetros avaliados (altura, distribuição diamétrica, densidade e área-basal) foram processados em planilha eletrônica Excel Windows 2010 na confecção de gráficos da estrutura vertical por estratificação de altura em estratos inferiores, médios e

superiores com base na altura dominante (LEIBUNDGUT, 1958; LAMPRECHT, 1990); da distribuição diamétrica através de Centro de Classes de Diâmetro com oito classes e 5 cm do intervalo de classes pelo método de Sturges (1926) e confecção de gráficos da distribuição dos indivíduos por classes altimétricos referente ao relevo da área.

A análise da distribuição espacial foi feita para toda a população, usando-se a função univariada K de Ripley (RIPLEY, 1981), realizada no software Estatístico-R® versão 2.0.1 (IHAKA e GENTLEMAN, 1997; RDCT, 2004), sendo a função estimada pelo pacote Splancs (ROWLINGSON e DIGGLE, 2004), considerando-se o raio máximo de busca (h) de 128 m, por ser este a metade aproximada do maior eixo longitudinal da área de estudo e com significância dos desvios da distribuição L(h) determinada a partir da construção de um “envelope” de completa independência espacial entre os indivíduos, calculado por meio de 500 simulações (HIGUCHI *et al.*, 2011), apresentados no gráfico de função K (h).

Foram feitos mapas temáticos de localização e altimetria para os indivíduos da área de estudo com o auxílio do software específico, utilizando-se das coordenadas geográficas obtidas, onde foram interpolados pelo método IDW (*Inverse Distance Weighting*) por apresentar melhor distribuição espacial dos valores utilizando-se a ferramenta *Spatial Analyst*.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Estrutura horizontal e vertical**

Na área de estudo, que corresponde a 4,57ha, foram avaliados 409 indivíduos de *Copaifera arenicola*, resultando em uma densidade absoluta de 89,49 ind./ha e área-basal de 0,681 m<sup>2</sup>/ha.

Com relação à estrutura vertical, a população de *C. arenicola* pode ser considerada de tamanho médio. As alturas das árvores foram classificadas em estratos inferiores, médios e superiores conforme a Figura 6, onde se observa uma distribuição unimodal com o estrato intermediário concentrando o maior número de indivíduos, somando 154 (37,65%); seguido pelo estrato superior com 136 (33,25%) e no inferior com 119 indivíduos (29,09%).

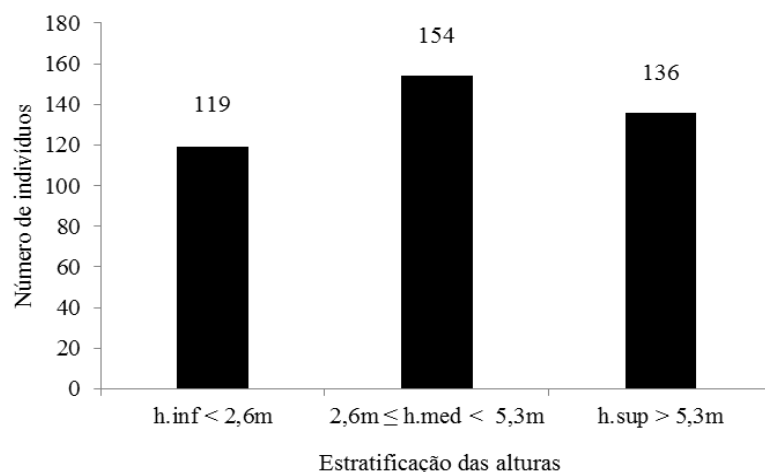


Figura 6: Distribuição em altura por estratos (superior, médio e inferior) de uma população de *Copaifera arenicola*, em estudo sobre o padrão de distribuição espacial em fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia.

Na distribuição diamétrica, conforme o método de Sturges (1926), a curva de frequência apresentou formato de J-invertido, relativo a uma distribuição extremamente assimétrica, com ponto de ordenada máxima na extremidade da esquerda (Figura 7), com um domínio da população de indivíduos jovens ou finos, concentrados na primeira classe com 204 indivíduos correspondendo a 49,87% do total, seguida pela segunda classe com 107 (26,16%), os quais representam juntos 76,03% dos indivíduos da área com diâmetro abaixo de 8,7cm.

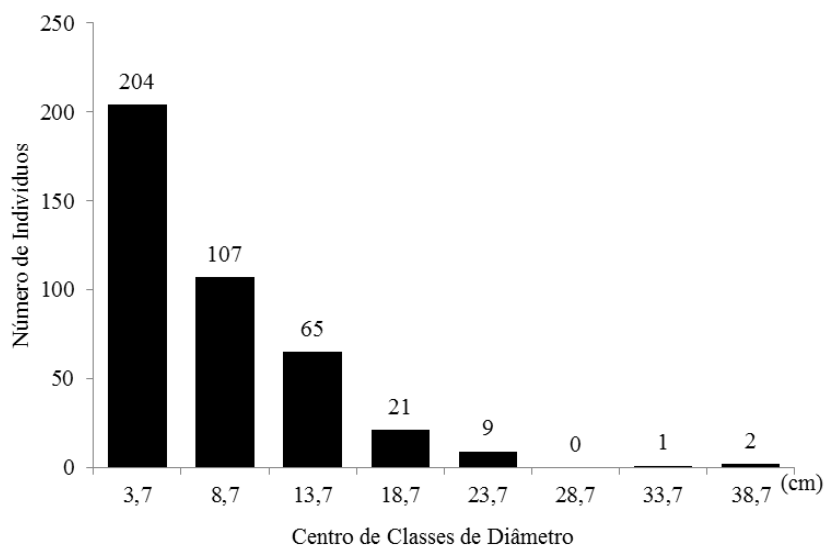


Figura 7: Distribuição diamétrica por centro de classes de uma população de *Copaifera arenicola* em estudo sobre o padrão de distribuição espacial, em fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia.

Onde: 3,7cm (1,9 – 5,5cm), 8,7cm (5,5 – 11,8cm), 13,7cm (11,81 – 15,16cm), 18,7cm (15,6 – 21,7cm), 23,7cm (21,7 – 25,6cm), 28,7cm (25,6 – 31,7cm), 33,7cm (31,7 – 35,7cm), 38,7cm (35,7 – 41,77cm).

O maior número de indivíduos concentrados no estrato intermediário de altura somado ao número do estrato superior representa, aproximadamente, 72% dos indivíduos. E com uma concentração de 76% dos indivíduos nas duas primeiras classes de diâmetro ( $< 8,7$  cm), sugere se tratar de uma população, provavelmente, em um estado jovem regenerante.

Conforme Lehn (2007), uma concentração alta de indivíduos nas classes de menor diâmetro demonstra uma população em fase de regeneração. Destaca Luken (1990) que a curva de distribuição em forma de J-invertido, como no presente trabalho, representa uma população com balanço entre ingressos e mortes, o que sugere haver na área uma resposta a alguma perturbação.

Em outros trabalhos como Silva e Oliveira (2015), estudando o mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud) em dois fragmentos de Caatinga em Sergipe (área I com 2,183 ha em 154 indivíduos e área II com 50 ha em 1.027 indivíduos), os autores observaram que nas duas áreas o maior número de indivíduos se concentravam nas classes diamétricas intermediárias, sendo que a distribuição na área I apresenta um estado inicial de regeneração e na área II um estado mais conservado.

No trabalho realizado por Alves *et al.* (2013), estudando a estrutura de espécie arbórea em área de Caatinga com 50ha, no município de Floresta-PE, eles constataram que o remanescente se trata de ambiente em regeneração, porém, em estágio avançado com indivíduos concentrados em maior número na classe em altura intermediária (39,23%) e na superior (38,27%), de um total de 209 indivíduos observados.

Já em Oliveira *et al.* (2012), de um total de 581 indivíduos arbóreos observados, comparando-se a regeneração natural de duas áreas de vegetação de Caatinga com diferentes históricos de uso, na microrregião do Vale do Ipojuca, Semiárido pernambucano, notou-se que na Área I (8,9ha) as duas primeiras classes de menores alturas possuem densidades semelhantes em 42%, com redução acentuada dos indivíduos maiores que 3,0m. E na Área II (9,4ha), a maioria dos indivíduos (36%) concentrou-se na classe de maior altura. Segundo os autores, a regeneração na Área I reflete um efeito de antropismo recente existente, diferentemente da Área II que foi ocupada por cultivo da palma forrageira, abandonada há cerca de 30 anos.

## 4.2 Padrão de distribuição espacial

Georeferenciou-se 409 indivíduos mensurados de *C. arenicola*, por meio de coordenadas geográficas projetadas UTM (Tabela 1 – anexo). Através da função  $K$  de Ripley, calculada com sua respectiva linha horizontal a partir do valor  $L(s) = 0$  como referência para o envelope de confiança (linhas tracejadas) e considerando-se como distância o eixo maior em 128m, observou-se que a Completa Aleatoriedade Espacial foi rejeitada em todas as escalas possíveis. Neste caso, o padrão espacial tendeu ao arranjo uniforme em diferentes escalas, explicado pela reta da função  $K(h)$ , localizada abaixo do limite inferior dos intervalos (Figura 8).

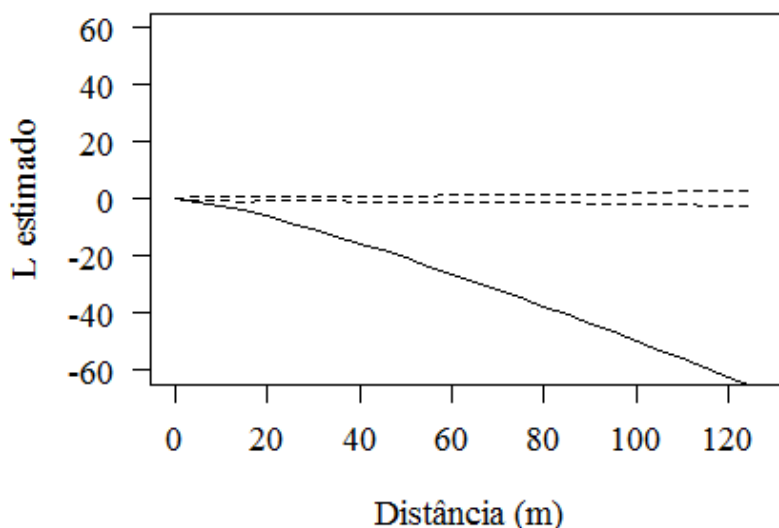


Figura 8: Gráfico da Função  $K$  de Ripley em estudo sobre o padrão de distribuição espacial de uma população de *Copaifra arenicola*, em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia.

Dixon (2001) ressalta que a verificação do padrão uniforme para toda a população, mesmo em pequena escala, pode indicar que a espécie apresenta dispersão ilimitada em relação à fonte de propágulos ou a espécie não é exigente em condições micro-ambiental específica, podendo ser potencializado quando disponível em diásporos pequenos. Segundo Sillén-Tullberg e Leimar (1988) e Ruxton *et al.* (2004), o efeito da densidade distribuída apresenta condição menos vulnerável também à predação, conservando assim sua distribuição uniforme.

Jorge *et al.* (2015) estudando o arranjo espacial em um fragmento florestal de 56 ha na Fazenda Experimental Edgardia, município de Botucatu-SP com espécies mais abundantes (peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.), Pau-d’alho (*Gallesia*



*integrifolia* (Spreng.) Harms), catiguá vermelho (*Trichilia clausenii* C. DC.), catiguá-catuaba (*Trichilia catigua* A. Juss.), carrapateira (*Metrodorea nigra* A. St.-Hil.), alecrim de campinas (*Holocalyx balansae* Micheli) e baga de morcego (*Trichilia casaretti* C. DC.) por meio da função K de Ripley, constataram aleatoriedade em todas as espécies em escalas menores dos intervalos de confiança e agregados quando considerados maior a escala. Como exceção, cita-se as espécies *Holocalyx balansae* Micheli (alecrim de campinas) e *Trichilia casaretti* C. DC. (baga de morcego) por apresentarem completa aleatoriedade dos indivíduos em todas as escalas dos intervalos de confiança.

Em outro estudo considerando-se as espécies mais abundantes de Floresta Ombrófila, Cerradão, Floresta Estacional e Restinga segundo a Função K de Ripley, Capretz *et. al.* (2012) constataram o padrão agregado em toda a escala de distâncias estudada, porém foi observada tendência à aleatoriedade na Floresta Estacional e com uma agregação significativa notada para curtas distâncias.

Observa-se assim que o arranjo do padrão espacial através da função K deve ser levada em consideração a escala. Para o presente trabalho com *C. arenicola*, foi observado que o padrão foi uniforme em todas as escalas consideradas, embora se note algumas poucas agragações (Figura 9).

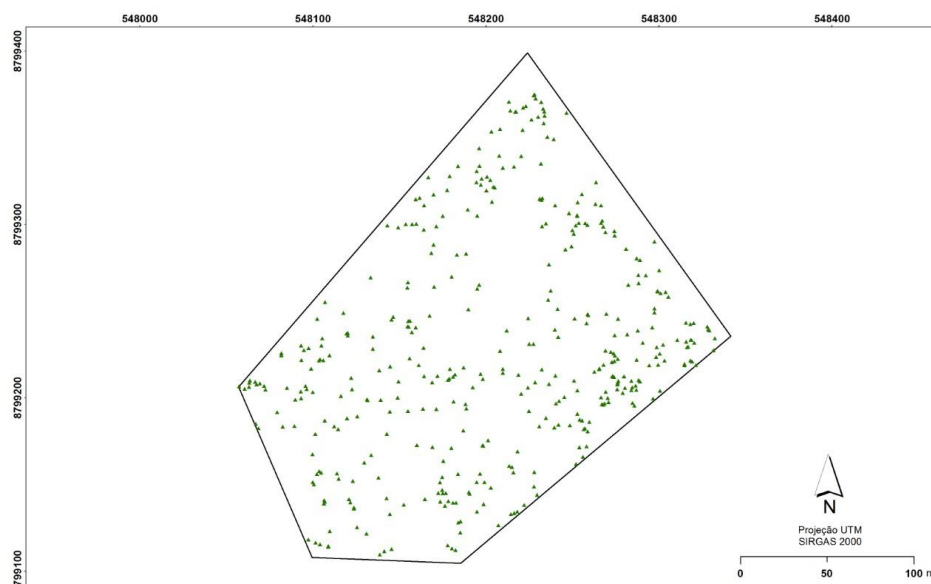


Figura 9: Mapa de distribuição espacial de uma população de *Copaifera arenicola* em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia.



Padrões uniformes tem sido pouco comuns na Caatinga, tendo maior presença de arranjo do tipo agregado como observados em trabalhos por diferentes métodos a exemplo de Alves *et al.* (2008); Calixto Junior *et al.* (2011), Marangon *et al.* (2013), Silva *et al.* (2014), Silva e Oliveira (2015), Almeida Filho *et al.* (2015), Santana *et al.* (2016).

Bem como no Cerrado em MG, em estudo realizado por Bruzinga *et al.* (2013), com o pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.), por meio da função *K* de Ripley, onde constatarem distribuição agregada.

#### **4.3 Processos relacionados à distribuição espacial**

Durante a avaliação foi notado a presença de alguns mamíferos (primatas) conhecidos na região por saguim ou soim alimentando-se do arilo das sementes. Tais primatas se tratam da espécie do gênero *Callithrix* spp. (Primates, Callitrichidae) também conhecidas por saguim-de-tufo-branco de comum ocorrência nas caatingas e cerrados, conforme mencionado por Nicolaevsky (2011), tendo na sua dieta alimentar o consumo de pequenos insetos, ovos, sementes, gomas e frutos, dentre outros (VILELA e FARIA, 2002; SILVA *et al.*, 2010).

Algumas aves conhecidas na região por sanhaço foram também observadas alimentando-se do arilo das sementes, as quais correspondem a espécie do gênero *Thraupis* spp. (Passeriformes: Thraupidae), de porte médio e com hábito de forragear apenas estrato arbóreo, alimentando-se principalmente de frutos e pequenos artrópodes, conforme registrado por Parrini e Pacheco (2014). Segundo Rabello *et al.* (2010), as aves são as espécies animais de maior importância na dispersão de sementes de espécies de *Copaifera* L.

Além disto, foi registrada a presença de formigas cortadeiras do gênero *Atta* spp. transportando sementes caídas debaixo da planta-mãe para seu ninhos. Ou seja, o que poderia ser um predador, a formiga comporta-se como dispersor.

Embora não se tenha registros na Caatinga da dispersão de sementes por formigas cortadeiras, Leal e Oliveira (1998) em estudo nas regiões de Cerrado do Brasil identificaram, dentre outras espécies de formigas dispersoras de sementes, as cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*.

Jorge *et al.* (2015), analisando o processo de dispersão em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Botucatu-SP, verificaram que nas espécies com dispersão anemocórica ocorre uma agregação, onde em geral se esperaria uma distribuição dos indivíduos ao acaso. Por outro lado, a distribuição agregada da espécie *Metrodorea nigra*, relacionou-se com a autocoria. Já a agregação para *Trichilia claussoni*, *Trichilia catigua* e *Trichilia casaretti* está relacionada à dispersão por aves, sendo associada a hábitos alimentares ligados a abrigos ou poleiros naturais.

Para Capretz *et al.* (2012), existe a tendência de que árvores jovens sejam mais agregadas do que com árvores adultas e quando ocorre a aleatoriedade, é por meio da competição, principalmente quando sucedem maior nível de agregação pelo recrutamento tendendo a ocorrer maior taxa de competição e assim maiores taxas de mortalidade selecionando as espécies ou indivíduos no *habitat*.

Matteucci e Colma (1982) ressaltam ainda que a agregação de indivíduos menores pode ocorrer por dispersão à curta distância, embora a eliminação por competição intraespecífica fará a espécie tender à aleatoriedade.

Ao contrário disso, o padrão uniforme encontrado no presente estudo com a espécie *C. arenicola*, tende a contribuir por maiores chances de recrutamento de novos indivíduos, estando menos suscetíveis aos fatores de competição e predação das sementes conforme assinala Cordeiro e Howe (2003) e Deminiciis *et al.* (2009), o que proporciona maior probabilidade de sobrevivência das plântulas.

Condit *et al.* (2013), em estudo com 550 espécies de árvores para oito fatores ambientais, observaram que a intensidade da estação seca e o nutriente fósforo do solo foram os preditores mais fortes, cada um afetando a distribuição de mais da metade das espécies. Foram observadas muitas espécies em associações pronunciadas com fósforo alto ou baixo, revelando aí um papel, previamente não quantificado, para este nutriente na limitação das distribuições de árvores tropicais.

No presente estudo, é provável que a distribuição dos indivíduos de *C. arenicola* não tenha sido influenciada pelo solo, pela característica distrófica do tipo de solo. Para John *et al.* (2007), a distribuição de determinadas espécies influenciadas por solos e por fatores de habitat na paisagem associa-se também à disponibilidade de recursos subterrâneos.

Para Condit *et al.* (2013), a compreensão de como as distribuições de espécies arbóreas individuais respondem a recursos específicos tem sido dificultada pela alta diversidade e, consequente raridade da vegetação da floresta tropical, ainda que moldada pelo clima e pelo solo.

Outro aspecto a ser considerado como possível influente na distribuição espacial de uma população, é a disposição do nível altimétrico de determinada área. No presente estudo, encontra-se uma área relativamente acidentada, inserida em cinco classes altimétricas com diferença de 30m entre a parte superior e a inferior (Figura 10).

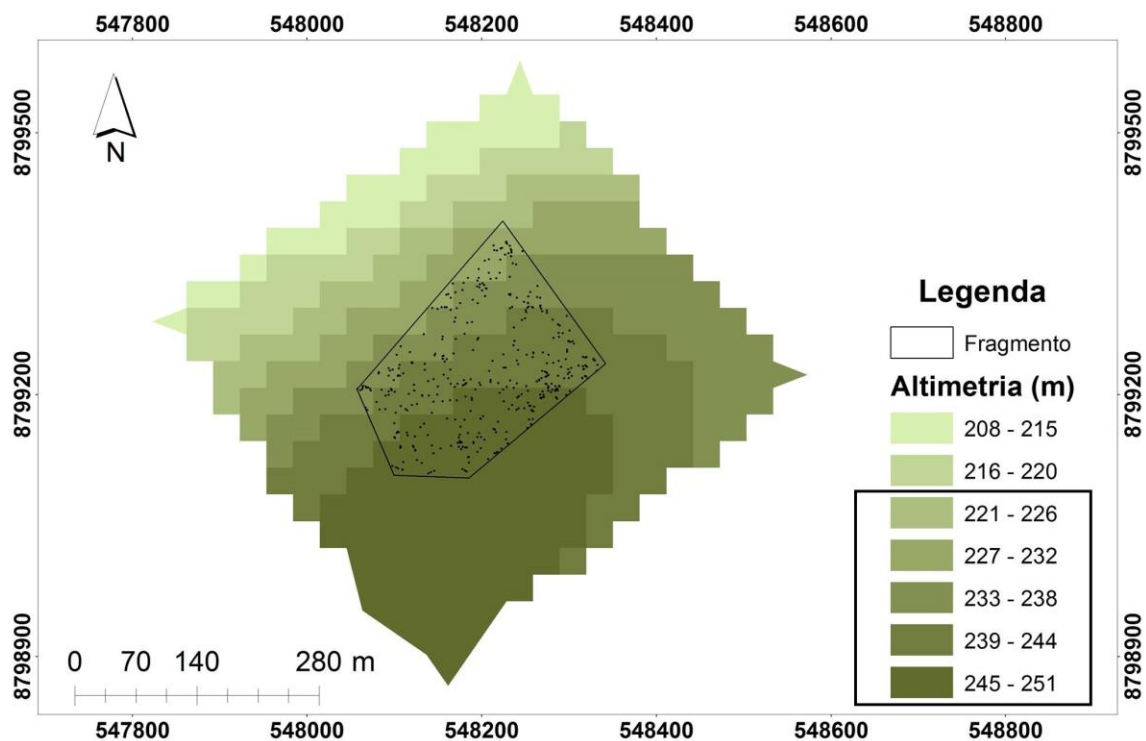


Figura 10: Mapa de altimetria da área de estudo do padrão de distribuição espacial, em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia.

Em relação à distribuição dos indivíduos à disposição do nível altimétrico, observou-se sua maior concentração nas duas primeiras classes (parte alta) com 155 indivíduos na classe de 239 – 244m e 130 indivíduos na classe de 245 – 251m, correspondendo a 69,68% do total dos indivíduos distribuídos na área. E com 11,49% correspondendo ao número de 47 indivíduos na penúltima classe de 227 – 232m, sendo a parte baixa da área (Figura 11).

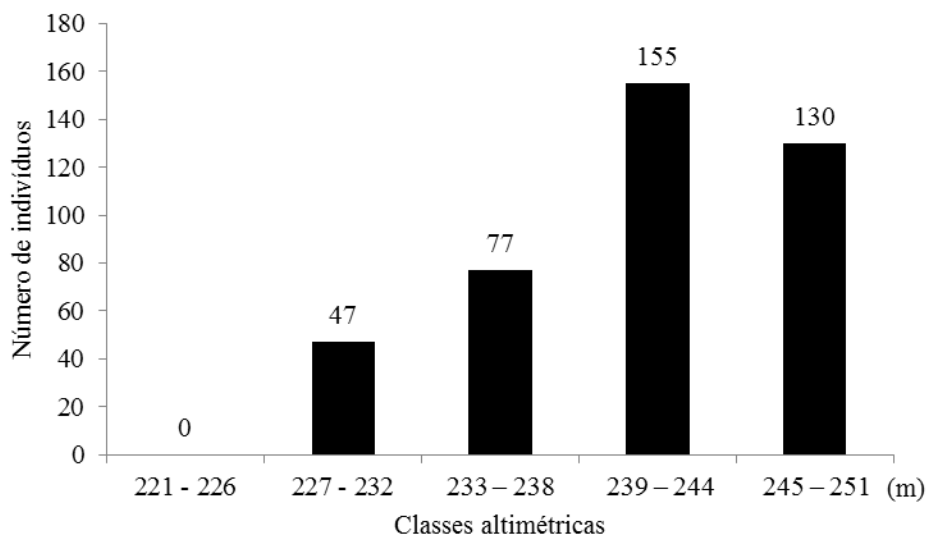


Figura 11: Distribuição, por classe altimétrica, onde os indivíduos de uma população de *Copaifera arenicola* encontram-se situados, em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia.

Em uma área florestal contendo Cerradão, Mata de Galeria e Floresta Semidecídua na Estação Ecológica do Panga em Uberlândia-MG, Cardoso e Schiavini (2002) encontraram uma diferença de 33,14m de altimetria, entre a base e o topo da área. Estudando a distribuição de 20 espécies nesse local constataram na Mata de Galeria algumas espécies têm influências variadas, tais como na umidade do solo ao longo das diferenças altimétricas, com maior abundância de indivíduos na parte intermediária. Segundo os autores, mesmo sendo comum o transporte de nutrientes (serapilheira) do topo à base, promovida pelas precipitações, o número de indivíduos recrutados na parte baixa da área foi menor, comprometidos provavelmente, segundo os autores, pelo excesso de água durante as cheias. Na região de Matas Semidecíduas, as espécies foram favorecidas pelas condições ótimas de luminosidade de bordas e clareiras. Os Cerradões indicaram uma fitofisionomia não dependente da topografia da área, com distribuição uniforme das espécies, apresentando condições edáficas uniformemente distribuídas na área.

Pelo presente estudo, o relevo exerce pouca influência no padrão de distribuição dos indivíduos de *C. arenicola* os quais foram distribuídos uniformemente em toda área. Constatou-se o maior número de indivíduos distribuídos nas duas primeiras classes altimétricas (parte alta), provavelmente relacionado à processos de dispersão e não a

preferência por condições de solo e umidade, uma vez que são solos profundos e com baixa retenção de água, além do caráter distrófico dos Latossolos da área de não ser influente a um recrutamento concentrado de indivíduos.

Nota-se que, possivelmente, nesse estudo a diferença altimétrica não apresenta relação direta com a distribuição espacial dos indivíduos e que provavelmente sua distribuição na área seja por dispersão a curtas distâncias da planta-mãe. Embora os prováveis processos zoocóricos, principalmente, por primatas e aves, provavelmente, podem contribuir em alguma dispersão a longas distâncias.

## 5 CONCLUSÕES

Com alta concentração de indivíduos nas menores classes diamétricas e alto número na intermediária da estratificação vertical, a população de *Copaifera arenicola* demonstra ser uma população jovem regenerante.

O padrão de distribuição espacial apresentado foi o arranjo uniforme, em todas as escalas possíveis por entre os intervalos de confiança.

As diferenças altimétricas da área não influenciaram na distribuição espacial dos indivíduos de *C. arenicola*.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, R. L. DA S; PAULA, A. DE; BARRETO, P. A. B; SOARES FILHO, A. O; AMORIM, C. H. F; DANILO BRITO NOVAIS, D. B. Distribuição espacial de *Pseudopiptadenia contorta* (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima (Fabaceae/Mimosoideae) em uma Floresta Estacional Decidual em Vitória da Conquista, BA, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 1, p. 49-53, 2015.

ALMEIDA, A. M. M. **Flora visitada por *Apis mellifera* L. em Ribeira do Pombal, Bahia**. Salvador: EBDA, 2007. 30p.

ALVES JUNIOR, F. T; FERREIRA, R. L. C; SILVA, J. A. A. D; MARANGON, L. C; CESPEDES, G. H. G. Natural regeneration of an area of caatinga vegetation in Pernambuco state, northeastern Brazil. **Cerne**, v. 19, n. 2, p. 229-235, 2013.

ANJOS, A. DOS; MAZZA, M. C. M; SANTOS, A. C. M. C. DOS; DELFINI, L. T. Análise do padrão de distribuição espacial da araucária (*Araucaria angustifolia*) em algumas áreas no Estado do Paraná, utilizando a função K de Ripley. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 38-45, 2004.

ANJOS, A.; COUTO, H. T. Z; BATISTA, J. R. A. A. Análise do efeito de um manejo em regime de rendimento sustentável sobre o padrão de distribuição espacial do Palmeiro (*Euterpe edulis* Martius), utilizando a função K de Ripley. **Revista Árvore**, v. 22, n. 2, p. 215-225, 1998.

APG IV – ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants, APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p 1-20, 2016.

ARAÚJO, F. S; COSTA, R. C; LIMA, J. R; VASCONCELOS, S. F; GIRÃO, L. C; SOUZA SOBRINHO, M.; BRUNO, M. M. A. Floristics and life-forms along a topographic gradient, central-western Ceará, Brazil. **Rodriguésia**, v. 62, p. 341-366, 2011.

BAIÃO, S. A. A. **Macaco guigó (*Callicebus coimbrai*): dispersão de sementes e conhecimento ecológico na Mata Atlântica de Sergipe**, 82f. Dissertação (Mestrado Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, 2013.

BANCROFT, G. T; STRONG, A. M; CARRINGTON, M. Deforestation and its effects on forestnesting birds in the Florida Keys. *Conservation Biology*, v. 9, p. 835-844, 1995.

BASNET, K. Effect of topography on the pattern of trees in Tabonuco (*Dacryodes excelsa*) dominated rain forest of Puerto Rico. **Biotropica**, v. 24, p. 31-42, 1997.

BERNARDES, N. As caatingas. **Estudos avançados**, v. 13, n. 35, p. 69-78, 1999.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; CARL, N. **Field and laboratory methods for general ecology**. Boston: WCB Mcgraw-Hill, 1998. 273 p.

BRUZINGA, J. S; OLIVEIRA, M. L. R. DE; EVANDRO LUIZ MENDONÇA MACHADO, E. L. M; LEITE, H. G; PEREIRA, I. M; NOGUEIRA, G. S. Distribuição espacial de indivíduos adultos de pequi. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 98, p. 249-256, jun. 2013.

BUENO, E. **Brasil, uma história: cinco séculos de um país em construção**. Ed. Leya, 2010, 480p.

CALIXTO JUNIOR, J. T; DRUMOND, M. A; ALVES JUNIOR, F. T. Estrutura e distribuição espacial de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. em dois fragmentos de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 95-100, 2011.

CAPRETZ, R. L; BATISTA, J. L. F; SOTOMAYOR, J. F. M; CUNHA, C. R. DA; NICOLETTI, M. F; RODRIGUES, R. R. Padrão espacial de quatro formações florestais do estado de São Paulo, através da função K de Ripley. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 551-565, 2012.

CARDOSO, D. B. O. S; QUEIROZ, L. P. DE. Diversidade de leguminosae nas caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semiárido do Nordeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 2, p. 379-391, 2007.

CARDOSO, E; SCHIAVINI, I. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG), **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 277-289, 2002.

CARVALHO, J. O. P. Abundância, frequência e grau de agregação do pau-rosa (*Aniba duckei*) na Floresta Nacional do Tapajós. EMBRAPA. **Boletim de Pesquisa**. v. 3. 18p, 1983.

CARVALHO, N. M. DE; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5º ed. Jaboticabal: Funep, 2012, 590p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras; recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira**. EMBRAPA/CNPq: Brasília, 1994, p. 640.

CHAPMAN, C. A; CHAPMAN, L. J. Survival without dispersers: seedling recruitment under parentes. **Conservation Biology**. v. 9, p. 675-678, 1995.

CHAVES, A. D. C. G; SANTOS, R. M. DE. S; SANTOS, J. O. DOS; FERNANDES, A. DE A; MARACAJÁ, P. B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 43-48, 2013.

CHRISTENHUSZ, M. J. M; BYNG, J. W. The number of known plants species in the world and its annual increase. **Phytotaxa**, v. 261, n. 3, p. 201-217, 2016.

CLIMATE-DATA - **Dados climáticos para cidades mundiais – Ribeira do Pombal, Bahia, Brazil, 1982 - 2012**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/42909/>>. Acesso: 30 de novembro de 2016.

CONDIT, R; ASHTON, P. S; BAKER, P; BUNYAVEJCHEWIN, S; GUNATILLEKE, S; GUNATILLEKE, N; HUBBELL, S. P; FOSTER, R. B; ITOH, A; LAFRANKIE, J. V; LEE, H. S; LOSOS, E; MANOKARAN, N; SUKUMAR, R; YAMAKURA, T. Spatial Patterns in the Distribution of tropical tree species. **SCIENCE**, v. 288, p. 1414-1418, 2000.

CONDIT, R; BENGELBRECHT, B. M. J; PINO, D; PÉREZ, R; TURNER, B. L. Species distributions in response to individual soil nutrients and seasonal drought across a community of tropical trees. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 13, p. 5064-5068, 2013.

CORDEIRO, N; H. F. HOWE. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 100, p. 14052-14054, 2003.

COSTA, E. C; D'ÁVILA, M; CANTARELLI, E. B; MURARI, A. B. **Entomologia Florestal**. 2º ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2011, 238p.

COSTA, J. A. S. **Estudos taxonômicos, biossistemáticos e filogenéticos em Copaifera L. (Leguminosae – Detarieae) com ênfase nas espécies do Brasil Extra-Amazonica**, 266f. Tese (Doutorado em Botânica), Universidade Estadual de Feira de Santana, 2007.

COSTA, J. A. S. ***Copaifera in flora do Brasil 2020 em construção***. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB116609>>. Acesso em: 30 de Janeiro de 2017.

CRESTANA, C. M; KAGEYAMA, P. Y. Ecologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinioideae), “o óleo de copaíba”. **Revista do Instituto Florestal**, v.1, p. 201-214, 1989.

CUNHA, A. G. **Dicionário histórico das palavras portuguesas de origem tupi**. Brasília: Melhoramentos, 1999. 120 p.

CUNHA, S. B. D; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**, 3º ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 392p.

DEAN, W. A **Ferro e Fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Ed. Companhia das Letras, 2010, 483p.

DEMINICIS, B. B; VIEIRA, H. D; ARAUJO, S. A. C; JARDIM, J. G; PÁDUA, F. T; CHAMBELA NETO, A. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p. 35-58, 2009.

DIAS, H. C. T; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua em Lavras-MG. **Cerne**, v. 2, p. 66-88, 1996.

DIGGLE, P. **Spacial analysis of spatial point patterns**. 2º Ed. London: Oxford Universty Press Inc., 2003. 159p.

DIXON, P. M. **Ripley's K function**. Iowa: Iowa State University, 2001, 16p.

DUNCAN, R. P. Testing for life historical changes in spatial patterns of four tropical tree species. Westland, New Zealand, **Journal of Ecology**, Oxford, v. 81, p. 403-416, 1993.

DUQUE, G. **Solo e água no polígono das secas**, 5º Ed. Mossoró: ESAM, 1980. 273 p.

EBERT, A; COSTA, R. B. DA; BRONDANI, G. E. Spatial distribution pattern of *Mezilaurus itauba* (Meins.) Taub. Ex mez. in a seasonal forest area of the southern Amazon, Brazil. **Biogeosciences and Forestry**, vol. 9, p. 497-502, 2016.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. **Solos do Nordeste: mapa exploratório – reconhecimento de solos do município de Ribeira do Pombal-BA**, Embrapa Solos, UEP Recife, 1973. Disponível em <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ba>>. Acesso: 24 de julho de 2016.

EMBRAPA. **Sistema de classificação brasileiro de classificação de solos**. 2º Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306p.

FELFILI, J. M; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**, Brasília: UNB, Comunicações Técnicas Florestais, 2003, 68p.



FENNER, M. **Seeds, the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CAB International, 1992, 373 p.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. 1ª parte, 3ª ed. Fortaleza: UFC, 2007, 183p.

FIGUEIREDO, R. A. Ingestion of *Ficus enormis* by howler monkeys (*Alouatta fusca*) in Brazil: effects on seed germination. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 541-543, 1993.

FORTIN, M. J; DALE, M. **Spatial Analysis - a guide for ecologists**. New York: Cambridge University Press, 2005. 365 p.

FRANCISCO, M. R; LUNARDI, V. O; GALETTI, M. Bird attributes, plant characteristics, and seed dispersal of *Pera glabrata* (Schott, 1858), (Euphorbiaceae) in a disturbed cerrado area. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, p. 627-634, 2007.

FRANCISCO, M. R; GALETTI, M. Aves como potenciais dispersoras de sementes de *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae) numa área de vegetação de cerrado do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 11-17, 2002.

FREYRE, G. **Nordeste**. Rio de Janeiro: Globo. 2004, 272p.

GAMA, D. C; NASCIMENTO JUNIOR, J. M. DO; JESUS, J. B. DE; OLIVEIRA, D. G. DE; FERNANDES, M. M. Tipologias Vegetacionais de Caatinga, Município de Ribeira do Pombal-BA. In: IV SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 6., 2015. Petrolina. **Anais...** Petrolina: Documento 262 - Embrapa Semiárido, 2015. p. 1-6.

GANDOLFI, S. **História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (SP, Brasil)**, 551f. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2000.

GARIGLIO, M. A; SAMPAIO, E. V. D. S. B; CESTARO, L. A; KAGEYAMA, P. Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro / MMA, 2010, 367p.

GRAMOSA, M. V.; SILVEIRA, E. R. Volatile constituents of *Copaifera langsdorffii* from the Brazilian northeast. **Journal of Essential Oil Research**, v. 17, n. 2, p. 130–132, 2005.

GUREVITCH, J. SCHEINER, S. M; FOX, G. A; **Ecologia Vegetal**, 2º Ed, Porto Alegre: Artmed, 2009, 574p.

HIGUCHI, P; SILVA, A. N.; BERG, E. V; PIFANO, S. Associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies de *Miconia* spp. Ruiz & Pav. (Melastomataceae). **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Área Territorial Brasileira Consulta por Município, 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/area>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

IHAKA, R; GENTLEMAN, R. **The R Project for Statistical Computing**, Bell Laboratories. Nova Jersey, United States of America – USA, 1997. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso: 18 de março/2017.

JOHN, R; DALLING, J. W; HARMS, K. E; YAVITT, J. B; STALLARD, R. F; MIRABELLO, M; HUBBELL, S. P; VALENCIA, R; NAVARRETE, H; VALLEJO, M; FOSTER, R. B. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 3, p. 864–869, 2007.

JORDANO, P; GALETTI, M; PIZO, M. A; SILVA, W. R. **Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação**. In: DUARTE, C. F; BERGALLO, H. G; SANTOS, M. A; SLUYS, M. V. (Editores). *Biologia da conservação: essências*. São Paulo: Rima, 2006, 582.

JORGE, L. A. B; MILLANI, T. M; FONSECA, R. C. B; ARRUDA, A. A. Estrutura Diamétrica e Arranjo Espacial das Espécies Mais Abundantes de um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Botucatu, SP. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 3, p. 355-367, 2015.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas. Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1990. 343 p.

LAPENTA, M. J. **O mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) como dispersor de sementes na Reserva Biológica União/IBAMA, Rio das Ostras-RJ**, 107f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, 2002.

LEAL, I. R. **Dispersão de Sementes por Formigas na Caatinga**. In: *Ecologia e Conservação da Caatinga* (Leal, I. R; Tabarelli, M; Silva, J. M. C da. orgs.). Editora Universitária da UFPE: Recife. 3º Ed., 2008, p. 593-624.

LEAL, I. R; OLIVEIRA, P. S. Interactions between fungus-growing ants (*Attini*), fruits and seeds in cerrado vegetation in southeast Brazil. **Biotropica**, v. 30, p. 170-178, 1998.

LEHN, C. R. Estrutura populacional e padrão de distribuição espacial de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae) em uma Floresta Estacional Semidecidual no Brasil Central. **Revista Biociências**, v. 13, n. 3-4, p. 188-195, 2007.

LEIBUNDGUT, H. Beispiel einer Bestandesanalyse nach neuen Baumklassen. In: INTERNATIONAL UNION OF FOREST RESEARCH ORGANISATIONS, 12., 1956. Oxford. London. **Anais...** London. 1958, v. 2, Seção 23 e 24, p. 95-118.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 5º Ed., 2008, 384p.

LORETI, J; OESTERHELD, M. Intraspecific variation in the resistance to flooding and drought in populations of *Paspalum dilatatum* from different topographic positions. **Oecologia** v. 108, p. 279-284, 1996.

LUKEN, J. O. **Directing ecological succession**. New York: Chapman and Hall, 1990. 251p.

MARANGON, G. P; FERREIRA, R. L. C; SILVA, J. A. A. DA; LIRA, D. F. DE S; SILVA, E. A; LOUREIRO, G. H. Estrutura e padrão espacial da vegetação em uma área de caatinga. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 83-92, 2013.

MARTINS, S. V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: UFV, 2009, 261p.

MATTEUCCI, W. G; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación**. Washington: OEA, 1982. 168p.

MCCONKEY, K. R. Primary seed shadow generated by gibbons in the rain forest of Barito Ulu, Central Borneo. **American Journal of Primatology**, v.52, p.13-29, 2000.

MENEZES, D. **O outro Nordeste, formação social do Nordeste**. 2º ed. Rio de Janeiro: Editora Artenova, 1970, 205p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente - **Estratégia do Programa Nacional de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros**. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental - Departamento de Políticas de Combate ao Desmatamento. Brasília: MMA, 2016, 44p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Relatório de Monitoramento de Desmatamento do Bioma Caatinga**, 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: dez. 2016.

MOEUR, M. Characterizing spatial pattern of trees using stem-mapped data. **Forest science**, Bethesda , v. 39, n. 4, p.756-775, 1993.

MORO, M. F; NIC LUGHADHA, E; FILER, D. L; ARAÚJO, F. S; MARTINS, F. R. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa**, v. 160, p. 1-118, 2014.

NASCIMENTO JUNIOR, J. M; GAMA, D. C; SILVA, DA. P. R. M. *Cactaceae* em fragmento de caatinga, Ribeira do Pombal, Bahia, Brasil. 1, 2015. **Anais...** IV Congresso Brasileiro de Palmas e outras Cactáceas, SENAR-BA, 14 a 15 de Setembro de 2015. Salvador, Bahia.

LIMA NETO, J. D. S; GRAMOSA, N. V; SILVEIRA, E. R. CONSTITUINTES QUÍMICOS DOS FRUTOS DE *Copaifera langsdorffii* Desf. **Química Nova**, v. 31; n. 5, p. 1078-1080, 2008.

NEWSTROM, L. E; FRANKIE, G. W; BAKER, H. G. A New classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** v. 26, p. 141-159, 1994.

NICOLAEVSKY, B. **Distribuição geográfica e modelagem de habitat das espécies do gênero *Callithrix* (Primates, Callitrichidae)**, 67f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

NISGOSKI, S; MUÑIZ, G. I. B; FRANÇA, R. F; BATISTA, F. R. R. ANATOMIA DO LENHO CARBONIZADO DE *Copaifera cf. langsdorffii* Desf. e *Dipteryx odorata* (Aubl.) Wild. **Revista Ciência da Madeira**, v. 3, n. 2, p. 66-79, 2012.

- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2013, 459p.
- OLIVEIRA S. S. DE; FERREIRA, R. L. C; SILVA, J. A. A. DA; ANDRADE LIRA, M. DE; JUNIOR, F. T. A; CANO, M. O. DE O; TORRES, J. E. L. Regeneração natural em um remanescente de caatinga com diferentes históricos de uso no agreste pernambucano. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 441-450, 2012.
- OLIVEIRA, A. N; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.
- PARRINI, R; PACHECO, J. F. "Contribuição ao conhecimento das dietas fitófagas dos dois sanhaços (*Thraupis cyanoptera* e *Thraupis ornata*) endêmicos da Mata Atlântica." **Atualidades Ornitológicas**, v. 177, p. 40-45, 2014
- PAULA, J. E. D; ALVES, J. L. D. H. **Madeira Nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Brasília: Fundação Mokiti Okata/MOA, 1997, 543p.
- PEDRONI, F; SANCHEZ, M; SANTOS, F. A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 183-194, 2002.
- PEREIRA, A. A. **Análise da distribuição espacial de Jequitibá Rosa (*Cariniana legalis*) usando a geoestatística e sistema de informações geográficas**. 47f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2005.
- PEREIRA, A. A; NETO, S. P; CARVALHO, L. M. T. Análise da distribuição espacial de jequitibá rosa em uma floresta estacional sub-montana. **Revista Acadêmica**, v. 4, n. 2, p. 21-34, 2006.
- PETERNELLI, E. F. O; DELLA-LUCIA, T. M. C; MARTINS, S. V. Espécies de formigas que interagem com as sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (EUPHORBIACEAE). **Revista Árvore**, v. 28, p. 733-738, 2004.
- PIMENTEL, J. V. F; GUERRA, H. O. C. Semiárido, caatinga e legislação ambiental. **Prima Facie**, v. 8, n. 14, p. 105-126, 2009.
- PINÃ-RODRIGUES, F. C. M; FIGLIOLIA, M. B; SILVA, A. D. **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. 2º Ed. Londrina: ABRATES, 2015. 477p.
- PIRES, I. E; RESENDE, M. D. V. D; SILVA, R. L. D; RESENDE JUNIOR, M. F. R. D. **Genética florestal**. Viçosa: editora Arka, 2011, 317p.
- PRIMACK, R. B; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora Planeta, 2001, 237p.
- QUEIROZ, L. P. D; FRANÇA, F; GIULIETTI, A. M.; MELO, E; GONÇALVES, C. N; FUNCH, L. S; HARLEY, R. M; FUNCH, R. R; SILVA, T. S. **Caatinga**. In: JUNCÁ, F. A; FUNCH, L. S; ROCHA, W. (Editores). Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005, p.95-120.

QUEIROZ, L. P. **Flowering plants of the Brazilian semi-arid**. In: QUEIROZ, L. P.; RAPINI, A.; GIULIETTI, A. M. (Editores). Towards greater knowledge of the Brazilian semi-arid biodiversity. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006a, p.49-53,

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana. 2009, 443p.

QUEIROZ, L. P. **The Brazilian caatinga: phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae**. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (Editores). Neotropical savannas and dry forests: Plant diversity, biogeography, and conservation. Taylor & Francis CRC Press, Oxford, 2006b, p.113-149.

RABELLO, A.; RAMOS, F. N.; HASUI, E. Efeito do tamanho do fragmento na dispersão de sementes de Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Delf.). **Biota Neotropica**, v. 10, n. 1, p. 47-54, 2010.

RDCT - R DEVELOPMENT CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2004. 409 p.

REFLORA - **Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira, 2016**. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22895>>. Acesso em: 30 Jan. 2017

RIBEIRO, M. **Desertificação atinge grandes áreas do Semiárido**. Mudanças climáticas Recursos naturais-Notícias, Petrolina: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/3240771/desertificacao-atinge-grandes-areas-do-semiarido>>. Acesso: março de 2017.

RIPLEY, B. D. **Spatial statistics**. New York: Wiley- IEEE. 1981, 252p.

RMFC - Rede de manejo florestal da Caatinga. **Protocolo de Medições da Rede de Manejo Florestal da Caatinga, Medições por Parcela Permanente**. Recife: APNE/MMA, 2005, 30p.

RODRIGUES, R. R. **Florestas ciliares: uma discussão nomenclatural das formações ciliares**. In Matas ciliares: conservação e recuperação (Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (Editores). São Paulo: Edusp / Fapesp, 2000.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação de monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. D. (Editores). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 203-215.

ROSA, J. C.; GOMES, A. M. D. S. Os aspectos etnobotânicos da copaíba. **Revista Geografar**, v. 4, n. 1, p. 59-77, 2009.

ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 4, p. 25-39, 1985.

ROWLINGSON, B; DIGGLE, P. **Splancs**: spatial and space-time point pattern analysis. R package version 2.01-15. 2004. Disponível em: <<http://www.maths.lancs.ac.uk/rowlings/Splancs/>>. Acesso em: 20 de março de 2017.

RUXTON, G. D; SHERRATT, T. N; SPEED, M. P. **Avoiding attack**: the evolutionary ecology of crypsis, warning signals, and mimicry. Oxford: Oxford University Press, 2004.

SANTANA, J. A. D. S; SANTANA JÚNIOR, J. A. D. S; BARRETO, W. D. S; FERREIRA, A. T. D. S. Estrutura e distribuição espacial da vegetação da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 355-361, 2016.

SANTO, M. M. E. Secondary seed dispersal of *Ricinus communis* Linnaeus (Euphorbiaceae) by ants in secondary growth vegetation in minas gerais. **Revista Árvore**, v. 31, p. 1013-1018. 2007.

SOARES, C. P. B; NETO, F. D. P; SOUZA, A. L. D. **Dendrometria e inventário florestal**. 2º ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012, 272p.

SILLÉN-TULLBERG, B; LEIMAR. O. The evolution of gregariousness in distasteful insects as a defense against predators. **The American Naturalist**, 132, n. 5, p.723-734, 1988.

SILVA, A. C. D. C; OLIVEIRA, D. G. D. Population structure and spatial distribution of *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. in two fragments at different regeneration stages in the Caatinga, in Sergipe, Brazil. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 431-437, 2015.

SILVA, J. M. E; ALBUQUERQUE, J. R. D; BORSTELMANN, M. A. Consumo de itens de origem vegetal por um grupo de *Callithrix jacchus* habitantes do Parque Estadual Dois Irmãos. **Proceedings of the 10th Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão**, p. 18-20, 2010.

SILVA, M. A. D; MELLO, J. M. D; SCOLFORO, J. R. S; CZANCK JUNIOR, L; ANDRADE, I. S; OLIVEIRA, A. D. D. Análise da distribuição espacial da candeia (*eremanthus erythropappus* (dc.) Macleish) sujeita ao sistema de manejo portasementes. **Cerne**, v.14, n. 4, p. 311-316, 2008.

SILVA, R. A. R; SOUZA, R. F; ARAUJO, L. H. B. D; PINHEIRO, L. G. VIEIRA, F. D. A. Distribuição espacial em microescala da palmeira carnaúba *Copernicia prunifera* (Mill) H. E. Moore. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, n. 1, p. 118-121, 2014.

SOUZA FILHO, A. P. S; FONSECA, M. L; ARRUDA, M. S. P. Substâncias químicas com atividades alelopáticas presentes nas folhas de *Parkia pendula* (Leguminosae). **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 565-573, 2005.

SOUZA FILHO, A. P. S; GURGEL, E. S. C; QUEIROZ, M. S. M; SANTOS, J. U. M. Atividade alelopática de extratos brutos de três espécies de *Copaifera* (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 743-751, 2010.

SOUZA, A. L. D; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa: Ed UFV, 2013, 322p.

SOUZA, A. L., LEITE, H. G. **Regulação da produção em florestas inequidâneas**. Viçosa: Editora, UFV, 1993. 147p.

SOUZA, V. L; SILVA, O. A. Estrutura e distribuição especial de uma população de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville em cerrado da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. **Holos Environment**, v. 6, p. 55-69, 2006.

STUPP, T; FREITAS, R. A. DE; SIERAKOWSKI, M. R; DESCHAMPS, F. C.; WISNIEWSKI JR, A.; BIAVATTI, M. W. Characterization and potential uses of *Copaifera langsdorfii* seeds and seed oil. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 7, p. 2659–2663, 2008.

STURGES, H. A. The Choice of a Class Interval. **Journal of the American Statistical Association**, v.21, n.153, p.65-66, 1926.

USGS - Science for a changing world. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey. **Cena do município de Ribeira do Pombal, Bahia extraída por meio do Satélite**. Landsat-8. 2016-12-07. Disponível em <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso: 16 de março de 2017.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O gênero *Copaifera* L. **Química Nova**, v. 25, n. 2, p. 273-286, 2002.

VELLOSO, A. L; SAMPAIO, E. V. S. B; PEREYR, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga**. APN/The Nature Conservancy do Brasil: Recife, 2002. 76p.

VILELA, S. L; FARIA, D. S. Dieta do *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) em áreas de cerrado no Distrito Federal. **Neotropical Primates**, v. 10, n. 1, p. 17-20, 2002.

VIVIAN-SMITH, G. Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities. **Journal of Ecology**, v. 85, p. 71-82, 1997.

WILSON, E. O. **Diversidade da vida**, São Paulo: Ed. Companhia das Letras, 2008, 447p.

## 7 ANEXOS

Tabela 1: Coordenadas geográficas projetadas UTM e a altitude onde cada indivíduo de *Copaifra arenicola* encontra-se situado, em um fragmento de Caatinga, no município de Ribeira do Pombal, Bahia.

Árvores	Altitude (m)	Y	X
1	221,84668	8799370,494	548231,239
2	223,15884	8799371,047	548231,458
3	215,49498	8799366,729	548235,387
4	224,75409	8799370,605	548231,02
5	223,02238	8799368,835	548232,111
6	221,81471	8799364,309	548226,53
7	223,36685	8799363,427	548224,999
8	225,32153	8799361,111	548220,514
9	225,3226	8799361,222	548220,733
10	223,91394	8799366,867	548216,806
11	224,2901	8799351,173	548211,537
12	225,17764	8799349,632	548206,617
13	225,91571	8799340,022	548199,608
14	241,42747	8799227,875	548293,987
15	230,53119	8799328,724	548213,253
16	228,83629	8799329,489	548219,703
17	243,30223	8799167,789	548172,58
18	253,9035	8799147,511	548202,607
19	244,69617	8799212,733	548213,194
20	244,53099	8799286,248	548300,739
21	235,70399	8799307,008	548243,497
22	234,218	8799310,226	548235,523
23	226,752	8799335,564	548223,865
24	231,058	8799331,235	548235,226
25	234,814	8799310,781	548234,431
26	233,38901	8799310,78	548234,65
27	233,159	8799311,22	548236,071
28	233,01401	8799308,758	548256,397
29	234,98	8799313,509	548258,809
30	234,16499	8799320,463	548267,125
31	236,362	8799307,859	548266,779
32	236,256	8799307,08	548269,948
33	237,175	8799298,233	548270,591
34	239,05499	8799297,018	548269,933
35	239,25	8799294,805	548271,241
36	238,011	8799291,707	548272,548
37	237,547	8799289,709	548277,901
38	238,338	8799290,628	548254,185
39	238,25	8799292,73	548253,423
40	237,791	8799295,491	548255,394
41	237,38	8799296,926	548257,036
42	237,259	8799283,442	548252,863
43	236,49699	8799281,678	548249,363



---

44	235,67	8799296,7	548260,752
45	237,368	8799295,813	548262,062
46	251,42285	8799129,573	548219,741
47	237,86301	8799301,461	548256,059
48	237,47701	8799301,018	548256,277
49	237,42	8799302,573	548251,47
50	231,157	8799326,866	548198,168
51	230,3	8799329,757	548187,351
52	232,22	8799324,014	548182,534
53	232,35899	8799315,944	548181,101
54	232,034	8799313,302	548173,228
55	233,63	8799307,007	548167,754
56	231,834	8799311,434	548165,137
57	232,37199	8799310,553	548162,841
58	230,341	8799323,258	548170,073
59	232,30099	8799320,343	548197,94
60	231,912	8799319,012	548200,561
61	232,882	8799322,55	548201,003
62	234,256	8799329,849	548199,702
63	236,19501	8799323,651	548204,065
64	234,974	8799321,769	548205,92
65	232,51199	8799317,896	548207,773
66	233,603	8799317,342	548208,537
67	232,256	8799335,693	548211,187
68	231,243	8799315,69	548203,726
69	235,95799	8799309,162	548206,995
70	233,241	8799304,649	548192,998
71	234,761	8799301,102	548198,458
72	228,43491	8799301,021	548178,457
73	228,6769	8799294,945	548174,841
74	227,57022	8799293,075	548167,515
75	227,28806	8799296,399	548163,148
76	226,25955	8799296,292	548160,853
77	224,70932	8799296,297	548157,137
78	223,50456	8799294,313	548152,762
79	225,42607	8799295,539	548146,424
80	226,84317	8799284,332	548173,186
81	229,25308	8799279,579	548171,868
82	228,56654	8799262,681	548158,4
83	229,85786	8799259,586	548158,067
84	229,91864	8799260,116	548173,479
85	227,47763	8799265,366	548136,872
86	231,51006	8799265,851	548183,652
87	231,181	8799278,563	548186,621
88	231,00775	8799279,218	548191,978
89	232,68028	8799261,295	548199,493
90	234,50186	8799259,085	548198,397
91	234,53258	8799247,04	548193,243
92	232,43915	8799243,423	548170,941
93	233,99356	8799240,565	548159,46

---

---

94	234,88155	8799240,345	548158,476
95	234,52908	8799237,36	548158,254
96	234,63091	8799237,028	548158,8
97	233,10446	8799233,929	548160,653
98	230,76292	8799236,69	548162,952
99	233,92247	8799221,875	548085,33
100	233,81976	8799224,963	548167,417
101	235,388	8799218,893	548159,429
102	234,78246	8799214,905	548164,67
103	235,90388	8799213,54	548190,462
104	239,2805	8799207,028	548182,364
105	238,66708	8799208,242	548184,443
106	239,44904	8799206,89	548201,6
107	240,08263	8799209,877	548200,403
108	231,99997	8799295,077	548235,829
109	232,42198	8799296,622	548238,127
110	235,44792	8799272,957	548239,841
111	237,8396	8799257,807	548240,803
112	239,30324	8799252,502	548239,374
113	237,88551	8799235,357	548243,284
114	241,95525	8799202,144	548195,801
115	240,60858	8799241,754	548254,66
116	240,40672	8799243,733	548262,533
117	240,62401	8799244,397	548262,206
118	240,31023	8799244,491	548273,026
119	241,07962	8799241,717	548279,799
120	242,59163	8799232,211	548277,818
121	243,2057	8799234,845	548291,156
122	242,72034	8799236,602	548299,574
123	240,2076	8799247,658	548300,793
124	240,9883	8799245,336	548300,789
125	240,43494	8799257,828	548302,556
126	240,75195	8799257,386	548302,555
127	239,69003	8799256,388	548304,303
128	240,1624	8799257,158	548307,255
129	239,50505	8799254,391	548308,89
130	237,69647	8799269,547	548303,557
131	238,92189	8799266,683	548295,902
132	237,45795	8799262,156	548291,633
133	237,93886	8799266,911	548291,421
134	239,55243	8799261,28	548285,62
135	238,00189	8799276,532	548290,451
136	237,45929	8799275,534	548292,417
137	235,12248	8799281,959	548284,338
138	235,78873	8799292,252	548277,686
139	243,15506	8799218,039	548290,585
140	243,08325	8799226,752	548305,79
141	242,00488	8799229,394	548313,991
142	243,85806	8799214,792	548318,232
143	243,79355	8799215,566	548318,233

---

---

144	244,89325	8799214,893	548324,681
145	243,57474	8799216,997	548322,498
146	244,30519	8799217,552	548321,515
147	242,42879	8799239,449	548319,033
148	243,14856	8799238,561	548321,546
149	241,26831	8799228,502	548319,127
150	243,397	8799229,383	548321,642
151	244,15977	8799229,382	548322,188
152	244,8466	8799227,832	548323,826
153	244,05331	8799239,221	548323,514
154	244,77393	8799237,22	548331,271
155	245,53828	8799235,117	548332,471
156	244,14706	8799235,56	548331,815
157	244,14706	8799235,56	548331,815
158	246,92596	8799230,358	548335,633
159	245,2363	8799223,503	548334,858
160	234,17702	8799360,405	548250,024
161	230,60681	8799346,6	548238,964
162	224,92661	8799358,217	548233,626
163	226,50928	8799358,875	548237,343
164	225,84569	8799354,564	548236,79
165	226,65834	8799361,669	548217,564
166	227,14563	8799356,564	548229,798
167	233,72539	8799350,601	548224,543
168	228,39517	8799362,857	548236,474
169	229,95596	8799361,308	548237,128
170	239,20587	8799251,361	548110,511
171	237,0779	8799245,043	548121,103
172	235,90765	8799233,099	548122,835
173	235,04106	8799231,992	548123,598
174	236,49193	8799233,43	548123,6
175	235,16309	8799220,619	548113,089
176	230,65085	8799230,355	548108,95
177	230,63487	8799241,638	548106,015
178	231,14203	8799226,171	548096,593
179	231,41415	8799224,727	548101,073
180	233,77391	8799218,304	548107,621
181	233,91176	8799217,531	548106,964
182	231,32407	8799212,894	548102,476
183	233,27631	8799202,836	548099,183
184	232,50645	8799201,177	548099,946
185	233,95338	8799199,403	548103,44
186	229,95293	8799223,625	548098,229
187	232,50774	8799199,634	548096,446
188	234,00845	8799194,994	548093,269
189	236,36455	8799195,763	548096,659
190	236,40096	8799187,822	548082,876
191	233,9986	8799201,746	548088,47
192	235,15613	8799200,769	548076,118
193	237,38673	8799241,133	548148,969

---

---

194	238,96246	8799242,79	548149,845
195	239,26506	8799231,418	548138,134
196	238,71924	8799224,342	548138,124
197	238,19266	8799211,842	548141,822
198	237,022	8799214,154	548148,165
199	236,4678	8799204,874	548066,834
200	243,93236	8799177,162	548190,409
201	244,6662	8799171,502	548204,609
202	244,923	8799165,064	548221,76
203	246,34068	8799156,778	548216,829
204	245,86044	8799156,112	548218,468
205	247,61728	8799153,126	548219,338
206	245,13554	8799144,816	548231,13
207	246,59903	8799140,058	548232,981
208	245,53004	8799157,828	548255,413
209	247,11519	8799162,134	548259,572
210	248,03204	8799168,742	548201,545
211	248,29709	8799168,299	548201,982
212	220,10443	8799200,918	548126,067
213	240,23482	8799205,412	548152,852
214	239,51727	8799196,125	548152,401
215	239,25175	8799188,06	548147,908
216	238,4682	8799188,376	548158,401
217	236,25676	8799189,691	548167,038
218	238,86612	8799189,569	548174,797
219	242,28638	8799167,11	548183,399
220	238,32201	8799208,487	548167,721
221	240,91029	8799208,697	548175,372
222	239,17395	8799205,053	548172,306
223	241,27054	8799206,477	548181,598
224	241,38235	8799212,778	548182,701
225	242,01646	8799209,456	548185,537
226	243,28174	8799193,867	548184,75
227	244,84407	8799189,875	548192,176
228	244,20021	8799192,419	548191,743
229	229,89191	8799345,267	548242,679
230	246,62906	8799153,219	548231,361
231	236,73586	8799197,057	548119,613
232	236,3149	8799195,266	548134,803
233	236,69315	8799194,713	548135,13
234	237,23155	8799185,323	548129,105
235	238,48427	8799184,225	548123,201
236	236,31752	8799183,028	548110,412
237	235,22435	8799179,592	548115,762
238	236,87787	8799178,041	548118,055
239	236,81464	8799162,975	548137,161
240	237,71054	8799148,174	548126,647
241	239,64615	8799149,402	548118,342
242	239,59738	8799152,389	548117,362
243	238,57956	8799152,845	548108,182

---

---

244	239,88763	8799153,731	548107,09
245	239,26662	8799152,185	548105,777
246	239,10022	8799147,433	548103,365
247	241,05894	8799146,216	548104,019
248	243,64012	8799136,145	548110,344
249	243,25238	8799219,681	548301,736
250	243,53369	8799137,03	548110,017
251	241,89622	8799135,15	548109,905
252	241,97121	8799135,792	548125,099
253	242,01346	8799137,673	548124,336
254	241,24046	8799132,803	548127,171
255	242,33133	8799132,14	548127,17
256	241,3446	8799119,112	548113,27
257	241,06056	8799112,601	548105,064
258	241,12923	8799111,602	548107,576
259	240,41455	8799110,6	548112,384
260	240,58893	8799110,158	548112,274
261	241,67598	8799114,265	548100,913
262	240,54874	8799117,644	548134,472
263	241,56165	8799121,412	548129,012
264	244,66423	8799105,691	548142,105
265	245,67104	8799107,567	548144,731
266	245,67104	8799107,567	548144,731
267	244,37201	8799108,888	548148,886
268	184,8271	8799225,21	548302,071
269	239,56995	8799214,822	548297,684
270	239,42998	8799215,146	548302,931
271	240,94421	8799221,558	548303,815
272	240,4662	8799217,463	548306,541
273	244,28342	8799208,43	548283,248
274	244,1716	8799205,77	548287,507
275	242,48529	8799205,542	548292,425
276	243,88867	8799206,206	548291,661
277	244,23326	8799203,002	548289,798
278	244,18419	8799200,573	548287,499
279	244,41719	8799198,922	548282,469
280	244,10422	8799202,12	548287,939
281	243,8024	8799200,679	548290,341
282	244,60089	8799193,053	548288,035
283	243,53947	8799191,504	548289,235
284	240,68199	8799195,69	548299,952
285	245,87997	8799200,217	548304,003
286	241,85855	8799217,173	548277,686
287	242,93085	8799216,733	548276,156
288	244,03073	8799218,497	548279,546
289	244,45305	8799220,49	548277,91
290	245,18343	8799221,707	548277,256
291	243,49808	8799222,594	548275,508
292	244,03128	8799223,373	548272,449
293	243,14519	8799215,192	548271,454

---

---

294	243,20227	8799213,095	548269,046
295	243,79758	8799211,109	548266,092
296	242,21971	8799205,929	548254,39
297	244,47957	8799200,287	548256,349
298	247,11725	8799201,795	548283,785
299	244,88007	8799201,027	548279,193
300	244,57068	8799208,43	548283,139
301	246,38217	8799205,781	548279,856
302	246,75163	8799203,902	548279,416
303	246,90834	8799204,897	548279,527
304	246,56207	8799208,107	548277,455
305	244,66916	8799208,218	548277,127
306	245,25005	8799208,44	548276,362
307	243,66322	8799208,771	548276,581
308	243,26958	8799232,643	548285,032
309	242,9861	8799199,599	548272,743
310	244,87192	8799195,949	548273,83
311	244,98582	8799196,397	548269,896
312	243,1597	8799193,626	548274,264
313	243,36046	8799192,855	548271,968
314	243,7244	8799192,082	548271,311
315	243,18889	8799192,526	548270,437
316	246,99002	8799212,542	548268,827
317	242,91196	8799196,428	548248,692
318	243,83981	8799194,22	548245,738
319	245,48254	8799192,786	548243,878
320	246,47598	8799188,496	548228,242
321	242,99831	8799184,39	548238,182
322	247,1268	8799179,642	548234,241
323	247,60567	8799178,965	548242,984
324	246,72197	8799180,51	548245,281
325	247,40977	8799180,279	548251,948
326	246,69304	8799186,797	548256,329
327	245,40268	8799183,478	548257,636
328	246,76834	8799182,923	548258,947
329	247,65512	8799182,143	548263,208
330	246,5069	8799178,497	548260,689
331	247,27985	8799176,726	548262,217
332	247,1069	8799177,946	548259,923
333	247,18398	8799167,992	548261,548
334	246,48538	8799167,555	548257,394
335	244,10965	8799239,09	548261,542
336	242,67821	8799201,876	548227,715
337	246,09348	8799198,344	548223,775
338	246,23352	8799209,293	548222,152
339	245,0015	8799210,411	548213,191
340	243,07748	8799223,24	548211,57
341	243,33733	8799234,955	548215,413
342	243,9308	8799227,196	548228,517
343	244,30057	8799227,193	548230,812

---

---

344	244,45677	8799247,297	548244,941
345	244,92163	8799242,014	548227,883
346	248,09937	8799212,369	548235,709
347	249,27142	8799208,819	548243,573
348	248,28589	8799203,959	548239,85
349	247,56552	8799204,966	548231,873
350	243,74896	8799144,299	548206,319
351	244,88361	8799152,269	548199,991
352	247,24182	8799147,517	548198,126
353	244,43327	8799152,177	548187,312
354	245,96765	8799140,668	548194,072
355	247,49373	8799141,664	548193,527
356	248,44116	8799134,685	548202,152
357	249,93597	8799130,489	548198,32
358	251,60652	8799108,171	548185,937
359	250,76143	8799109,169	548183,753
360	249,89633	8799118,34	548188,575
361	248,82884	8799124,753	548188,694
362	248,52182	8799124,202	548187,49
363	247,31601	8799135,593	548186,195
364	246,74637	8799135,485	548184,447
365	246,76772	8799136,484	548181,716
366	246,03348	8799141,24	548180,302
367	246,51173	8799141,022	548178,552
368	246,79857	8799141,136	548175,93
369	245,65233	8799142,902	548178,118
370	244,7643	8799147,216	548176,922
371	245,17245	8799150,421	548178,238
372	244,53398	8799159,598	548178,798
373	243,86221	8799168,797	548163,51
374	243,26271	8799175,236	548146,25
375	244,79819	8799138,084	548145,978
376	246,85278	8799134,42	548156,028
377	247,34706	8799128,903	548147,932
378	245,44069	8799150,032	548141,295
379	250,43448	8799110,942	548181,351
380	242,0502	8799158,669	548133,11
381	241,39441	8799163,467	548103,279
382	238,80096	8799179,414	548086,033
383	237,89853	8799179,736	548092,81
384	237,75534	8799175,296	548104,826
385	238,35567	8799178,55	548072,151
386	238,02045	8799180,985	548070,515
387	236,44608	8799202,671	548060,819
388	235,76163	8799201,339	548063,987
389	236,23364	8799202,441	548066,612
390	236,16367	8799206,2	548067,164
391	235,78943	8799205,311	548070,223
392	236,10771	8799203,872	548070,986
393	235,50235	8799204,312	548072,954

---

394	235,19553	8799202,871	548075,356
395	237,67758	8799217,878	548096,8
396	233,21521	8799220,548	548085,218
397	235,57069	8799217,749	548109,478
398	235,88521	8799226,265	548108,398
399	242,76784	8799194,923	548142,562
400	240,54871	8799207,553	548125,64
401	248,44659	8799136,269	548177,015
402	248,17603	8799137,609	548168,274
403	250,33026	8799133,833	548179,744
404	252,16287	8799122,51	548210,659
405	251,32645	8799128,912	548217,882
406	251,314	8799130,455	548221,491
407	251,37231	8799134,319	548225,65
408	246,02892	8799225,295	548319,669
409	246,12524	8799225,625	548320,325